

Actes del XII Col·loqui Internacional de Botànica Pirenaica - Cantàbrica



Actes del XII Col·loqui Internacional
de Botànica Pirenaica - Cantàbrica

Actes del XII Col·loqui Internacional de Botànica Pirenaica - Cantàbrica

Girona - 3, 4 i 5 de juliol - 2019

Jordi Bou Manobens
Lluís Vilar Sais
(eds.)

Universitat de Girona



Dades CIP recomanades per la Biblioteca de la UdG

Col·loqui Internacional de Botànica Pirenaico-Cantàbrica (12è : 2019 : Girona, Catalunya), autor
Actes del XII Col·loqui Internacional de Botànica Pirenaica - Cantàbrica : Girona - 3, 4 i 5 de juliol - 2019 / Jordi Bou Manobens, Lluís Vilar Sais (eds.). -- Girona : Documenta Universitaria, abril 2020. -- 1 recurs electrònic (289 pàgines) : il·lustracions, taules, gràfics, mapes. Textos en català, anglès, francès i castellà
ISBN 978-84-9984-527-2 / 978-84-8458-569-5

I. Bou Manobens, Jordi, editor literari II. Vilar Sais, Lluís, editor literari
III. Universitat de Girona 1. Paisatge -- Protecció -- Pirineus -- Congressos
2. Paisatge -- Protecció -- Cantàbria -- Congressos 3. Botànica -- Pirineus -- Congressos 4. Botànica -- Cantàbria -- Congressos

CIP 502.17(234.12)(063) COL

Avís legal

Aquesta obra està subjecta a una llicència Reconeixement 3.0 de Creative Commons. Se'n permet la reproducció, la distribució, la comunicació pública i la transformació per generar una obra derivada, sense restricció sempre que se'n citi el titular dels drets (Universitat de Girona). La llicència completa es pot consultar a <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/legalcode.ca>

Comitè científic

Lluís Vilar Sais (UdG) president del comitè
Josep Vigo i Bonada (UB)
Llorenç Sáez Gonyalons (UAB)
Josep M. Ninot Sugrañes (UB)
Carme Casas Arcarons (UVic-UCC)
Joan Pedrol Solanes (UdL)

Comitè organitzador

Lluís Vilar Sais (UdG) president del comitè
Jordi Bou Manobens (UdG)
Gabriel Mercadal i Corominas (UdG)
Josep Gesti Perich (UdG)
Xavier Viñas i Teixidor (UdG)

Secretaria tècnica

Atlanta

© dels textos: els autors

Il·lustració de *Botrychium matricariifolium* cedida pel Real Jardín Botánico de Madrid

ISBN: 978-84-9984-527-2 (Documenta Universitaria)

978-84-8458-569-5 (Universitat de Girona)

DOI: 10.33115/b/9788499845272

Girona, 15 d'abril de 2020

Índex

Presentació

Aquest llibre conté els articles i resums derivats de les comunicacions i pòsters presentats al XII Col·loqui Internacional de Botànica Pirenaica-Cantàbrica celebrat a Girona del 3 al 5 de juliol de 2019. L'ordre seguit en els articles, és el de presentació durant el congrés. També s'han afegit la conferència inaugural del Dr. Pèlach, titulada “El papel de la geografía histórica ambiental en la conservación del paisaje de alta montaña” i el guió de la sortida que es va realitzar als Pirineus orientals.

El congrés va donar continuïtat als estudis de Botànica en aquestes serralades i va consolidar el Col·loqui, que recordem va tenir lloc per primera vegada a la Cabanassa (Conflent) l'any 1986. Moltes coses han canviat en aquests més de trenta anys, sobretot en el camp tecnològic i en la col·laboració entre investigadors, tal com indiquen les nombroses comunicacions basades en projectes transfronterers. Tanmateix, la preocupació pels efectes del canvi global a les àrees muntanyenques continua amb la mateixa intensitat que en les darreres edicions.

El nostre desig és que els contactes científics i humans que es venen fent en aquests col·loquis, s'aprofundeixin i que ens poguem trobar en la propera edició el 2022.

L'edició d'aquest llibre ha estat possible gràcies el suport de la Universitat de Girona. També volem agrair al Consell Social de la Universitat de Girona el suport en la organització d'aquest esdeveniment, i a la Diputació de Girona per la cessió del local on s'han dut a terme les jornades.

Els editors

Programa

XII Col·loqui Internacional de Botànica Pirenaica-Cantàbrica Girona – 3, 4 i 5 de juliol – 2019

3 juliol	
9:00	Recepció de participants, lliurament de documentació i muntatge de pòsters
9:45	Inauguració del col·loqui
10:00	Ponència inaugural: El papel de la geografía histórica ambiental en la conservación del paisaje de alta montaña. Algunos ejemplos del Pirineo y de Cantabria Albert Pèlachs & Marc Sánchez Morales
11:00	Pausa cafè
11:30	Le suivi participatif Phénoclim déployé dans l'ensemble des Pyrénées en lien avec l'Observatoire pyrénéen du changement climatique Gérard Largier, Philippe Serre, Gwénaelle Plet, Colin Van Reeth, Juan Terrádez, Idoia Arauzo & Benjamin Komac
	Le nouvel atlas en ligne de la flore des Pyrénées, une action transfrontalière dans le cadre de l'Observatoire pyrénéen du changement climatique Guilhem de Barros, Marta Infante Sánchez, James Molina, Elodie Hamdi, Gilles Corriol, Gérard Largier, Neus Ibáñez, Neus Nualart, Daniel Gómez, Joseba Garmendia, Xavier Font, Josep M. Ninot, Benjamin Komac & Patxi Heras
	Dinàmiques del paisatge a Cantàbria (torbera de La Molina, Puente Viesgo) durant els últims 17.550 anys Marc Sánchez Morales, Juan Carlos García Codrón, Virginia Carracedo Martín, Joan Manuel Soriano López, Ramon Pérez Obiol & Albert Pèlachs Mañosa
	Turberas y pastoreo, una coexistencia en cuestión Josep M. Ninot, Aaron Pérez-Haase, Eulàlia Pladevall, Jaume Espuny & Empar Carrillo
	El herbario de Casa Molines: el herbario histórico del socio andorrano de la Sociedad Botánica Barcelonesa (1872 – 1876) Anna Boneta & Manel Niell
	Plantas pirenaicas amenazadas de los herbarios Francesc Bolòs (s. XVIII) y Trèmols (s. XIX); primeros resultados Laura Gavioli, Jordi López-Pujol, Neus Nualart, Joan Vallès & Neus Ibáñez
13:00	Dinar
15:00	Estratègia de conservació de la flora amenaçada i accions de conservació en l'àmbit dels Pirineus Jordi Rofes

	Lichen diversity from Ribera del Catllar, eastern Pyrenees (Ripollès, Catalonia) Esteve Llop
	Phylogeny and species delimitation of <i>Campanula</i> sect. <i>Heterophylla</i> (<i>Campanulaceae</i>) in the Pyrenean-Cantabrian Mountains, with a focus on the endemic <i>C. jaubertiana</i> Cristina Roquet, Jan Smycka, Clara Pladevall, Benjamin Komac & Llorenç Sáez
	Anàlisi preliminar del primer any de dades de la diversitat i producció de bolets en boscos de pi negre (<i>Pinus uncinata</i>) a Andorra Manel Niell
	Elucidating major phylogeographic patterns for alpine plants from the Pyrenees Pau Carnicero Campmany, Eliška Závěská & Peter Schönswetter
15:30	La flore vasculaire des sites gérés par les Conservatoires d'espaces naturels de la région Occitanie sur le versant français du massif des Pyrénées Romain Bouteloup, Cécile Brousseau, Sylvain Dejean, Marc Enjalbal, Mario Kleszczewski & Daniel Marc
	Apuntes taxonómicos y nomenclaturales sobre las <i>Pedicularis</i> sect. <i>Rostratae</i> (<i>Orobanchaceae</i>) pirenaicocantábricas Ignasi Soriano
	La surveillance des plantes exotiques envahissantes sur le massif pyrénéen, exemple du plan d'actions Midi-Pyrénées Jérôme Dao, Anne-Sophie Rudi-Dencausse & Cyril Cottaz
	Programa PYRCANSEED: conservación ex situ de la diversidad florística de las cordilleras pirenaico-cantábricas Joseba Garmendia, Maddi Otamendi, Maialen Arrieta, Pablo Tejero, Daniel Gómez, Agustí Agut, Jon Zulaika & Elinor Breman
	FLORAPYR y PHÉNOCLIM: la divulgación en un proyecto científico y en otro de ciencia ciudadana, ambos del Observatorio Pirenaico del Cambio Climático Sara Arjó & Angel Romo
17:45	Activitat social: Sortida guiada per Girona
	4 juliol
7:00	Sortida del XII CIBPC als Pirineus orientals
18:30	Arribada a Girona
	5 juliol
9:30	How alpine landscapes enhance contrasting vegetation mosaics and flora Josep M. Ninot, Estela Illa & Empar Carrillo
10:00	Inventaire des “Vieilles Forêts” des Pyrénées : définition et conservation Goux Nicolas, Savoie Jean-Marie & Daniel Marc
	La roureda de roure de fulla gran al Pirineu català Jordi Bou & Lluís Vilar

	Sessió pòsters
	High mountain vegetation in the Pyrenees: diversification into plant associations, main habitats, and Pyrenean sectors Josep M. Ninot, Gilles Corriol, Javier Peralta, Laure Sirvent, Aaron Pérez-Haase, Xavier Font, Gérard Largier
10:30	Monitoring pyrenean snowbed vegetation: florapyr interreg project Estela Illa, Benjamin Komac, Ludovic Olicard, Olivier Argagnon, Aanne-Sophie Rudi-Dencausse & Empar Carrillo
	Mise en place du programme GLORIA dans les Pyrénées françaises Esther Gomez, Ludovic Olicard & Olivier Argagnon
	Protocol per a l'actualització de la check-list i llista vermella de la flora d'Andorra Clara Pladevall & Anna Claveria
	Publicación del nuevo mapa de vegetación del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (PNOMP) y su Zona Periférica de Protección (ZPP), a escala 1: 10.000 José Luis Benito Alonso
11:00	Pausa café
	Seguiment per la xarxa floracat de l'endemisme dels Pirineus orientals <i>Delphinium montanum</i> Sandra Mendez, Pere Aymerich, Xavier Oliver Martinez-Fornés, Alain Mangeot, Maria Martin & Beatriu Tenas
	"Ameztu Jaizkibel": los marojales cantábricos como herramienta didáctica y divulgativa Izaskun Cenoz, Amaia Agirre, Maier Gereka, Anaïs Mitxelena & Íñaki Sanz-Azkue
	¿Què ens aporta l'ecologia comparada de les plantes a l'estudi de les plantes al·lòctones?: el cas de la Coma de Burg (Pirineus centrals catalans) Angel Romo
11:30	Revisió del gènere <i>Amaranthus</i> L. als Pirineus sud-orientals Edgard Mestre, Llorenç Sáez & Neus Nualart
	Caracterització geobotànica dels prats de dall mesòfils de l'associació <i>Odontito serotini-Trifolietum pratensis</i> O. Bolòs et Masalles 1983 (all. <i>Arrhenatherion elatioris</i> Koch 1926) dels Pirineus orientals catalans Gabriel Mercadal
	Aproximació al coneixement de la vegetació pirinenca a partir del Mapa de Vegetació de Catalunya Empar Carrillo, Albert Ferré, Estela Illa & Arnau Mercadé
	Première synthèse sur la flore et les végétations des lacs des Pyrénées françaises François Prud'homme, Bruno Durand, Lionel Gire & Marta Infante Sanchez
13:00	Finalització del XII CIBPC

Comunicacions del col·loqui

El papel de la geografía histórica ambiental en la conservación del paisaje de alta montaña. Algunos ejemplos del Pirineo y de Cantabria

Albert Pèlach & Marc Sánchez Morales

Grup de Recerca en Àrees de Muntanya i Paisatge,
Dept. de Geografia de la Universitat Autònoma de Barcelona.
lbert.pelachs@uab.cat, marc.sanchez.morales@uab.cat.

¿Cuál es el papel de la geografía histórica ambiental en las decisiones de conservación de las áreas de alta montaña? ¿El conocimiento de la biogeografía histórica aporta valor añadido a la gestión de los espacios naturales protegidos?

El objetivo principal de esta presentación es aportar «nuevos» datos que sirvan para la discusión sobre el conocimiento y funcionamiento ecológico, desde el último máximo glaciar, de los espacios naturales pirenaicos y cantábricos desde el punto de vista espacial, temporal y ambiental, aplicando los principios de la geohistoria ambiental.

En las últimas décadas las zonas de alta montaña han sido consideradas entre las más sensibles y vulnerables a los cambios ambientales previstos para el siglo XXI y una de las áreas prioritarias de atención por su valor y atributos naturales. Por este motivo, el debate general se ha centrado en el estudio de las interacciones entre el clima, los procesos ecológicos y las actividades humanas pretéritas para comprender mejor el comportamiento de los ecosistemas en el pasado y planificar mejor su futuro.

Los datos aportados se basan en registros paleobotánicos analizados los últimos 15 años principalmente desde la palinología y la antracología, estudios del suelo pedoantracológicos y trabajo a partir de fuentes documentales.

Los estudios realizados tanto en el Pirineo de Lérida como, más recientemente, en la montaña cantábrica se han centrado en: **1)** El análisis del impacto humano en los sistemas ecológicos, que ha permitido determinar cuánto tiempo los sistemas naturales han sido gestionados por los humanos, desde cuando su influencia es significativa en el sistema y hasta qué punto su impacto ha influido en la dinámica natural de la vegetación; y **2)** El estudio del cambio climático, que ha servido para analizar diferentes procesos naturales que han afectado el hemisferio norte y específicamente el Mediterráneo occidental, a la vez que ha permitido descubrir hasta qué punto los procesos controlados por el clima han

condicionado los sistemas ecológicos y han modificado las actividades humanas en las montañas. En este sentido, la comparación de los incendios forestales a lo largo del tiempo en las dos montañas aporta elementos de discusión muy interesantes tanto desde un punto de vista climático como de influencia antrópica.

En conclusión, los datos obtenidos demuestran que la dinámica de la vegetación nunca se repite si tenemos en cuenta la dimensión temporal y el constante cambio de los elementos del paisaje a largo plazo. Lo cual, si bien debería ser de gran ayuda para los gestores territoriales, que dejarían de ver el pasado como una carga muchas veces difícil de asumir, pone en duda algunos de los paradigmas que han ayudado a explicar la dinámica de la vegetación y su evolución futura.

Le suivi participatif *Phénoclim* déployé dans l'ensemble des Pyrénées en lien avec l'Observatoire pyrénéen du changement climatique

Gérard Largier^{1,3}, Philippe Serre^{2,3}, Gwénaelle Plet^{2,3}, Colin Van Reeth⁴, Juan Terrádez⁵, Idoia Arauzo⁵ & Benjamin Komac^{6,3}

1 Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. Bagnères-de-Bigorre Cedex, gerard.largier@cbnmp.fr;

2 LPO France;

3 Réseau Éducation Pyrénées vivantes;

4 Centre de Recherches sur les Écosystèmes d'Altitude-CREA Mont-Blanc;

5 Communauté de travail des Pyrénées-Observatoire pyrénéen du changement climatique;

6 Centre d'Estudis de la Neu i de la Muntanya d'Andorra. Institut d'Estudis Andorrans.

«Phénoclim» est un programme scientifique et pédagogique qui invite le public à mesurer l'impact du changement climatique sur la faune et la flore en montagne. Initié en 2004 dans les Alpes par une ONG, le CREA Mont-Blanc (Centre de Recherches sur les Écosystèmes d'Altitude, <http://creamontblanc.org/>), il se base sur deux disciplines scientifiques : la PHENOlogie et la CLIMatologie, pour questionner les rythmes de la nature. Les données récoltées dans différents massifs montagneux permettent aux chercheurs de mieux comprendre le fonctionnement des écosystèmes à chaque saison et d'étudier les effets des variations du climat sur l'environnement.

La variabilité interannuelle du climat impose de s'appuyer sur des séries de données couvrant une période suffisamment longue (au moins 30 ans) pour dégager une tendance. Bien que la masse de données phénologiques soit assez importante, il existe très peu de sites d'études où l'on possède une série continue d'informations d'au minimum 30 ans. La récolte des données phénologiques est couteuse en temps et moyens humains. La plupart des recherches ont donc dû se limiter à quelques sites sur une durée courte. Ce manque de longues séries de données est encore plus vrai en zone de montagne. D'où l'importance des dispositifs comme «Phénoclim».

Depuis 2018, «Phénoclim» a été étendu à l'ensemble des Pyrénées, dans les 3 pays, dans le cadre des programmes «FLORAPYR» piloté par le Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées et OPCC2 piloté par la Communauté de Travail des Pyrénées, deux programmes financés par le Fonds européen de développement régional INTERREG POCTEFA et avec l'engagement de l'Institut d'Estudis Andorrans-Centre d'Estudis de la Neu i de la Muntanya d'Andorra, IEA-CENMA, pour le pilotage du dispositif «Phénoclim» en Andorre.

Le dispositif est animé en partenariat avec le CREA Mont-Blanc par le Réseau Education Pyrénées vivantes coordonné par la LPO France. Les documents méthodologiques produits par le CREA ont été complétés et traduits en espagnol et catalan. Les outils de saisie du CREA ont été incorporés dans la section science citoyenne du site de l'OPCC (<https://www.opcc-ctp.org/fr/contenido/science-citoyenne-phenoclim>). Dans chaque territoire pyrénéen (Pyrénées-Orientales, Ariège, Haute-Garonne, Hautes-Pyrénées, Pyrénées-Atlantiques, Catalogne, Aragon, Navarre et Andorre), une structure du Réseau Education Pyrénées vivantes apporte son appui pour recruter et dynamiser un réseau d'observateurs locaux.

13 espèces d'arbres et de plantes fréquentes en montagne sont ainsi proposées à l'observation citoyenne : le hêtre, le sapin, le pin sylvestre, les bouleaux pubescents et verruqueux, le frêne, le noisetier, le lilas commun, le sorbier des oiseleurs, la primevère officinale, le tussilage, ainsi que le mélèze et l'épicéa, la liste étant commune avec les Alpes.

Le poster présente la démarche, la méthodologie et l'organisation mise en place pour dynamiser l'observation participative.

Le nouvel atlas en ligne de la flore des Pyrénées, une action transfrontalière dans le cadre de l'Observatoire pyrénéen du changement climatique

Guilhem de Barros¹, Marta Infante Sánchez², James Molina¹, Elodie Hamdi², Gilles Corriol², Gérard Largier², Neus Ibáñez³, Neus Nualart³, Daniel Gómez⁴, Joseba Garmendia⁵, Xavier Font⁶, Josep M. Ninot⁶, Benjamin Komac⁷ & Patxi Heras⁸

1 Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles;

2 Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées.

Bagnères-de-Bigorre Cedex,

gerard.largier@cbnmp.fr;

3 Botanic Institute of de Barcelona. CSIC-ICUB;

4 Instituto Pirenaico de Ecología. CSIC;

5 Aranzadi Zientzia Elkartea - Sociedad de Ciencias Aranzadi;

6 Grup de Geobotànica i Cartografia de la Vegetació. Universitat de Barcelona;

7 Centre d'estudis de la neu i de la muntanya d'Andorra. Institut d'Estudis Andorrans;

8 Bazzania SC.

En 2014, un partenariat entre institutions espagnoles, andorranes et françaises a permis de publier en ligne le premier atlas de la flore des Pyrénées dans le cadre de l'Observatoire pyrénéen du changement climatique (OPCC). Mutualiser les données floristiques produites et rassemblées dans les trois pays des Pyrénées, produire des informations validées pour permettre à différents publics ou institutions de les croiser avec d'autres données comme celles sur le climat, étaient un des objectifs de cette action. Le programme «FLORAPYR» (2016-2019) lié à l'OPCC a permis de poursuivre et d'étendre cette action. Un nouveau portail a été conçu pour obtenir un outil plus dynamique et évolutif, les données ont été complétées sur la flore vasculaire, les bryophytes ont été ajoutées ainsi que les végétations d'altitude. Le portail comprend des fiches synthétiques sur les taxons ainsi que les cartes de répartition, compilant plus de 2 millions d'observations, données anciennes (bibliographie et herbier) et données contemporaines.

Au-delà de la visualisation des cartes de distribution, l'atlas de la flore des Pyrénées (<http://www.atlasflorapyrenaea.org/>) constitue un outil d'évaluation et de suivi pertinent à l'échelle biogéographique pyrénéenne qui permet d'élaborer la liste rouge de la flore vasculaire (en cours) et de produire des couches d'information de synthèse pour le portail de l'OPCC. Nous présenterons l'organisation de la base de données, qui s'appuie sur un référentiel transfrontalier harmonisé pour chacun des groupes, et une synthèse sur l'information rassemblée sur la flore vasculaire et les bryophytes.

Dinàmiques del paisatge a Cantàbria (torbera de La Molina, Puente Viesgo) durant els últims 17.550 anys

Marc Sánchez Morales¹, Juan Carlos García Codrón², Virginia Carracedo Martín², Joan Manuel Soriano López¹, Ramon Pérez Obiol³ & Albert Pèlach Mañosa¹

¹Departament de Geografia. Universitat Autònoma de Barcelona. marc.sanchez.morales@uab.cat;

²Departamento de Geografía, Urbanismo y Gestión del Territorio. Universidad de Cantabria;

³Departament de Biologia Animal, Biologia Vegetal i Ecologia. Universitat Autònoma de Barcelona.

Cantàbria destaca per ser una de les regions Europees amb més jaciments Paleolítics coneguts. L'extracció d'un registre sedimentari a la torbera de La Molina, a localitat de Puente Viesgo, ha permès estudiar les respostes de la vegetació i les dinàmiques del paisatge des del Pleniglacial fins l'actualitat. Es presenten nous resultats que completen els obtinguts per Pérez-Obiol *et al.* (2016), que varen estudiar els darrers 6.740 anys a la mateixa localitat. Les tècniques utilitzades han estat l'anàlisi del contingut de matèria orgànica (LOI), el comptatge de carbons sedimentaris (> 150 micres) i la identificació del pol·len i d'altres palinomorfs.

Els resultats ens indiquen un paisatge dominat per taxons herbacis durant el final de l'època glacial. Les gramínies són les grans protagonistes mentre que *Artemisia* no obté una gran representació, fet que reflecteix la influència atlàntica dels paisatges oberts i freds durant aquesta època. El senyal pol·línic de *Pinus* és sempre continu tot i no oferir mai valors superiors al 30%. Destaca la presència discontinua d'altres caducifolis com *Quercus*, *Corylus* i *Betula* i d'alguns *Quercus* perennifolis. És fa 13.500 anys quan l'estrat arbori colonitza el paisatge, amb valors de *Betula* per sobre el 85%. Tot i això, la seva presència disminueix al Dryas Recent coincidint amb una aparició molt localitzada en aquesta època de *Quercus* perennifolis. Durant la fase pre-Holocènica també es troben canvis a la composició d'higròfits i hidròfits de la torbera (p.e. *Ranunculus* i Cyperaceae), probablement deguts a variacions físico-químiques com poden ser el contingut d'O² o la profunditat de la capa de l'aigua. Finalment, en tot aquest període no hi ha pics de carbons, reflex de la poca disponibilitat de combustible per manca d'espècies llenyoses.

Durant l'inici de l'Holocè es produeixen augments molt significatius de plantes arbòries, sobretot *Quercus* caducifolis i *Betula*, arribant a valors pol·línics propers al 100%. Els pics

de carbons també esdevenen més intensos i freqüents i sovint coincideixen amb pics de *Pteridium*. La població de *Corylus* augmenta fa uns 10.000 anys i esdevé dominant durant els següents mil·lennis en perjudici de *Betula*. Finalment, també es detecta un episodi climàtic probablement fred i sec fa 8.200 anys, representat per un augment de *Pinus* en contra de *Corylus*.

Bibliografia

PÉREZ-OBÍOL, R., GARCÍA-CODRON, J.C., PÈLACHS, A., PÉREZ-HAASE, A., SORIANO, & J.M. (2016). Landscape dynamics and fire activity since 6740 cal yr BP in the Cantabrian region (La Molina peat bog, Puente Viesgo, Spain). *Quaternary Science Reviews*, 135, 65-78.

Turberas y pastoreo, una coexistencia en cuestión. Experiencias de exclusión ganadera en los Pirineos catalanes

Josep M. Ninot¹, Aaron Pérez-Haase¹, Eulàlia Pladevall¹, Jaume Espuny¹ & Empar Carrillo¹

¹Institut de Recerca de la Biodiversitat (IRBio) & Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals, Universitat de Barcelona. jninot@ub.edu

Abstract

Here we present the approach and preliminary results of experiences of grazing exclusion and detailed monitoring in eleven mire systems of the Catalan central Pyrenees subject to overgrazing. With this, in addition to contributing to the conservation and passive restoration at the local level, we will document the changes of the vegetation in the medium term, and contribute to the knowledge of the ecology and dynamics of the high mountain vegetation. The first summer, after setting exclusion fences partially covering each of the eleven locations, we monitored inside and outside the fence, through detailed inventories of the vegetation of small permanent plots and generic descriptors of this vegetation and ecological variables.

The preliminary results have allowed characterizing the systems under study, and also showed changes in the structure of the vegetation. In general, the density, height and flowering level of vascular vegetation were higher in the grazing exclusion zone. Nevertheless, no clear changes have been detected in the floristic composition of the communities, nor in the richness of specific wetland plants. It should be borne in mind that these first differences occur between different surfaces (inside and outside the fence) that are only partly due to the change in use. In addition, the vast majority of plants in these environments are perennial, so changes would be expected after more years of exclusion.

We expect that in a few years (2-3) robust results will be obtained regarding the structure and function of the vegetation, while after longer periods (5-10 years) we will also document changes in the composition of the plant communities and in edaphic variables.

Resumen

En este trabajo exponemos el planteamiento y unos resultados preliminares de experiencias de exclusión de pastoreo y de seguimiento pormenorizado de los cambios en once sistemas hidroturbosos de los Pirineos centrales catalanes sometidos a un notable sobrepastoreo. Con ello, además de contribuir a la conservación y restauración pasiva a escala local, documentaremos los cambios de la vegetación a medio plazo y contribuiremos al conocimiento de la ecología y dinámica de la vegetación de alta montaña. El primer verano, tras la instalación de un cercado de exclusión que cubre parcialmente cada una de las once localidades, se hizo un seguimiento dentro y fuera del cercado que incluye inventarios detallados de la vegetación de pequeñas superficies fijas y descriptores genéricos de esta vegetación y de variables ecológicas.

Los resultados preliminares han permitido caracterizar los sistemas en estudio, y además muestran cambios en la estructura de la vegetación. En general, en la zona de exclusión de pastoreo eran superiores la densidad, la altura y el nivel de floración de la vegetación vascular. En cambio, no se han detectado cambios claros en la composición florística de las comunidades, ni en la riqueza de especies de plantas específicas de humedal. Hay que tener en cuenta que estas primeras diferencias se dan entre superficies distintas (dentro y fuera del cercado) y que sólo en parte se deberían al cambio de uso. Además, la gran mayoría de las plantas de estos ambientes son perennes, de modo que los cambios de este tipo serían esperables tras más años de exclusión.

Esperamos que en pocos años (2-3) se obtendrán resultados robustos relativos a estructura y funcionalismo de la vegetación, mientras que después de periodos mayores (5-10 años) documentaremos también cambios en la composición de las comunidades vegetales y en variables edáficas.

Interés de los sistemas hidroturbosos

Los sistemas hidroturbosos son comunes en la alta montaña de tipo alpino, a la vez que constituyen una de sus singularidades ecológicas y botánicas. Desde el punto de vista biogeográfico y funcional son afines a las turberas de las regiones Boreal y Atlántica europeas (Casanovas, 1991; Bragazza & Gerdol, 1999). Sin embargo, en las montañas del sur de Europa van reduciendo su extensión en el paisaje, y también se reduce, aunque en menor medida, el número de especies de plantas y musgos especialistas de dichos ecosistemas (Jiménez-Alfaro *et al.*, 2012). En los Pirineos, estos ecosistemas cubren por lo general reducidas extensiones, bordeando aguas superficiales como son lagos alpinos, riachuelos o surgencias. Por ello, y también por lo abrupto del relieve pirenaico, suelen formar mosaicos intrincados de distintas comunidades, respondiendo a fuertes gradientes ambientales, principalmente régimen hídrico de los suelos y propiedades del agua freática (Bragazza & Gerdol, 1999; Pérez-Haase & Ninot, 2017). Su óptimo ecológico está en el piso subalpino, donde se encuentran la mayor parte de sistemas y los más extensos, si bien

también son frecuentes en el piso alpino y en la parte superior del montano; y abundan mucho más sobre rocas silíceas que sobre materiales calizos (Ninot *et al.*, 2017).

Dado el interés biogeográfico de las turberas en las áreas montañosas de sur de Europa, se entiende que sean susceptibles de protección, ya que buena parte de las especies especialistas se encuentran allí en forma de poblaciones muy dispersas, a menudo con pocos efectivos, y muchas veces en el su límite de distribución geográfica hacia la región mediterránea. Buena parte de los tipos de turberas pirenaicas forman parte de Hábitats de Interés Comunitario (HICs), algunos de los cuales de forma prioritaria (CCE, 1992). Las turberas también destacan por el importante papel que tienen como reguladoras del ciclo del agua en las montañas y como almacén de carbono orgánico. Estas funciones son interdependientes, y susceptibles de cambios en los balances biogeoquímicos como consecuencia de cambios ambientales o de uso (Pant *et al.*, 2003; Rydin & Jeglum, 2006).

Los sistemas hidroturbosos frente al pastoreo

La alta montaña pirenaica ha tenido un uso ganadero secular, que ha aumentado en intensidad a lo largo de la historia, y notablemente durante los siglos XIX y XX, cuando la creciente demanda de productos cárnicos promueve una ganadería más productiva (Pujol Andreu, 2001; Fillat, 2003; Collantes, 2009; Gassiot *et al.*, 2017). El ganado abundante y diverso explota profundamente la variedad de ambientes de montaña como pastos de verano, reduciendo la extensión del bosque y del matorral. Estos cambios debieron significar incrementos de procesos erosivos, más acusados en las vertientes, y de fertilización, principalmente en relieves suaves y vaguadas (García-Ruiz *et al.*, 1996).

A escala de comunidades vegetales, debe asumirse que los sistemas hidroturbosos se han ido adaptando al pastoreo, de forma similar a los pastizales de otros tipos. Las plantas que forman estos ecosistemas abiertos son mayoritariamente hemicriptófitos graminoides, que responden al herbivorismo con la formación de nuevos brotes a partir de sus estructuras subterráneas o basales, tales como rizomas o tubérculos (Illa *et al.* 2006; Azorín & Gómez, 2008). Un herbivorismo moderado incluso favorece ciertas gramíneas o ciperáceas cespitosas, ya que son capaces de rebrotar más rápidamente que otras plantas (Grime, 2001). En el caso de los sistemas hidroturbosos, algunas especies de *Carex* (como *C. nigra* o *C. rostrata*) parecen responder a esta estrategia (Allen & Marlow, 1994), lo que ayudaría a explicar su papel preponderante en distintas comunidades.

Pero la presión ganadera puede ser localmente muy intensa en los sistemas hidroturbosos. Durante las últimas décadas se viene observando un incremento del sobrepastoreo en algunos de estos ecosistemas, principalmente por dos motivos. De un lado, porque el ganado suele pastar libremente en la montaña, por lo que, sobre todo hacia finales de verano, se concentra en las partes más húmedas de los valles, ya que los pastos de vertiente suelen estar más o menos agostados. Esta estacionalidad se asocia a un factor de vulnerabilidad para los humedales en montañas de tipo alpino (Ratcliff, 1985; Hauptfeld *et al.*, 2014). De

otro lado, en los Pirineos catalanes han aumentado notablemente las cabañas de ganado vacuno y, menos, de ganado equino, en detrimento del ovino (IDESCAT, 2019), y aquellos tienen más afinidad por los pastos húmedos.

Los efectos del sobrepastoreo sobre los humedales se dan a distintos niveles. El herbivorismo por grandes herbívoros, al actuar principalmente sobre plantas altas o de buen porte y abundantes, lleva a la pérdida de cobertura de especies dominantes, que suelen basar su éxito en una fuerte persistencia acompañada de tasas de crecimiento lentas. También rarifica otras especies igualmente poco dinámicas, pero formadoras de poblaciones dispersas. En cambio, favorece a unas pocas plantas oportunistas, sean gramínoideas capaces de expansión clonal más activa por rebrote basal, sean plantas de pequeña talla o aplicadas al suelo y de rápido establecimiento (Fossati & Patou, 1989; Grime, 2001; Diaz *et al.*, 2006). También incentiva algunas especies con estructuras de defensa contra los herbívoros, sean espinas o metabolitos secundarios tóxicos o repelentes (Van der Meijden *et al.*, 1988; Azorín & Gómez, 2008). Todos estos efectos influyen en la estructura y en el funcionalismo de las comunidades vegetales de humedal, básicamente por pérdida de estructura y de capacidad de control de los procesos ecológicos asociados a ella. Otro efecto del herbivorismo es que limita de forma generalizada la formación de frutos y semillas (Olf & Ritchie, 1998; Huhta *et al.*, 2003), lo que ha de afectar la renovación de poblaciones vegetales.

El uso ganadero, al disminuir drásticamente la acumulación de fitomasa aérea y alterar superficialmente el suelo, incentiva procesos de recolonización distintos a los típicos de humedal (Kohler *et al.*, 2006; Jones *et al.*, 2011). Además, el pisoteo en suelos húmedos o empapados conlleva su compactación y pérdida de estructura, lo que provoca cambios en procesos como la capacidad de infiltración o de retención de agua, o la escorrentía, tan importantes en los humedales (Couwenberg & Joosten, 1999; Taboada *et al.*, 1999). Los efectos del pisoteo son visiblemente mayores cuando el nivel freático se sitúa cerca de la superficie o cuando dominan los musgos.

En los humedales más presionados los efectos son claramente visibles en forma de destrucción del tapiz vegetal y formación de huellas profundas en las áreas más afectadas, con frecuencia coincidiendo con los puntos de suelo más empapado, que se convierten en barrizales. Por esta vía, se desestructura el suelo turboso y se da paso a fuerte erosión por circulación superficial. En estos casos, el herbivorismo y el pisoteo excesivo generan daños en los ecosistemas que pueden ser difíciles de revertir (Morris & Reich, 2013).

Otro efecto nada despreciable es el aporte de heces y orina, que altera la composición de las aguas superficiales y el ciclo de los nutrientes en general, aumentando las cantidades de nitrógeno (N) y fósforo (P) total del sistema. Estos aportes pueden promover un incremento de plantas oportunistas o competitivas, y por tanto cambios en la composición de las comunidades vegetales y edáficas, o incluso favorecer la aparición de patógenos (Belsky *et al.* 1999; Bedford & Godwin, 2003; Morris & Reich, 2013).

Siendo los ecosistemas turbosos particularmente frágiles y singulares, tal como se reconoce en las directivas de protección de hábitats a nivel europeo y nacional (CEE, 1992; Carreras

et al., 2015), deben tomarse medidas para su protección. Más allá de su protección genérica en el contexto de los espacios naturales protegidos, valorar los efectos del sobrepastoreo y la capacidad de su reversión se convierte en una prioridad.

Si bien se ha generado bastante conocimiento sobre los efectos del herbivorismo en las comunidades vegetales de humedal, comparativamente se sabe poco sobre la respuesta de la vegetación a la exclusión ganadera. Sí se ha comprobado que desfavorece especies de ciclo corto y pequeño tamaño, ya que tienen dificultades para renovar sus poblaciones ante la densificación del tapiz vegetal (Merriam *et al.*, 2017). A corto plazo aumentan especies con buenas estrategias de expansión y de crecimiento rápido, mientras que con el tiempo van tomando más importancia otras más especialistas de humedal, que con frecuencia poseen órganos más tenaces y son de recuperación más lenta (Arnesen, 1999; Stammel *et al.*, 2003).

Objetivos

En el contexto del interés biogeográfico y de conservación de las turberas pirenaicas, y de la vulnerabilidad que muestran en algunas localidades frente al sobrepastoreo, distintas iniciativas procedentes de las propias áreas protegidas, del ámbito de la investigación o de entidades conservacionistas promueven acciones centradas en la conservación, mejora y estudio de los sistemas hidroturbosos. Recientemente se han establecido algunas experiencias en el Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici y en el Parque Natural de l'Alt Pirineu, con el doble objetivo de (a) proteger del sobrepastoreo algunos sistemas hidroturbosos afectados y mejorar su estado ecológico mediante exclusión ganadera de una parte de su extensión, minimizando los efectos negativos en el uso pastoral del sistema; y (b) analizar la respuesta de dichos ecosistemas, relativa a la vegetación y a parámetros ambientales y ecológicos, en base al seguimiento pormenorizado de parcelas permanentes distribuidas tanto en la zona excluida de pastoreo como en la zona externa al cercado.

En este trabajo presentamos estas experiencias de conservación y estudio, exponiendo sus características locales y de muestreo, y mostramos algunos resultados preliminares obtenidos durante el primer periodo vegetativo, que nos permiten prever el interés de dichas experiencias.

Acciones emprendidas para la mejora ecológica y el estudio de las turberas

El proyecto POCTEFA GREEN plantea distintas acciones para la protección y mejora de ecosistemas pirenaicos en áreas protegidas, una parte de las cuales centradas en ecosistemas acuáticos y semiacuáticos (GREEN, 2019). En este contexto, en el Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici y en el Parque Natural de l'Alt Pirineu se han iniciado experiencias de exclusión ganadera en áreas hidroturbosas afectadas por sobrepastoreo. En

esencia, se trata de excluir del pastoreo una parte de ciertos sistemas complejos, particularmente interesantes por sus propiedades intrínsecas y por la presión de pastoreo elevada que soportan. Esta exclusión representa en todos los casos una merma muy menor en la oferta de pasto para el ganado, y deja libre el acceso de éste a distintos puntos de agua (Fig. 1).

En cada localidad procuramos que tanto el área de exclusión como la exterior fueran comparables en términos de hábitats presentes (por ejemplo, turbera de *Carex nigra*, turbera de *Trichophorum cespitosum* o abombamientos de *Sphagnum*) y de presión de pastoreo. En este sentido, consideramos tres niveles de alteración: (1) leve, con herbivorismo evidente (y con deposiciones y compactación del suelo) pero sin discontinuidades en el tapiz vegetal; (2) media, en el que se añaden huellas más o menos profundas que han roto el tapiz vegetal



Figura 1. Vista general de la localidad de les Bordes de Bedet, en el Parque Natural de l'Alt Pirineu. El humedal (verde más intenso) se extiende por una vertiente a partir de surgencias de agua difusas, y está rodeado por una extensa zona de pastos y de abedular. Se observa la parte excluida del pastoreo (parcela aproximadamente cuadrada, de 25-30 m de lado).



Figura 2. Niveles de perturbación creciente reconocidos en el establecimiento de las localidades experimentales de sistemas hidroturbosos.

y dejan algo de suelo al descubierto; y (3) con puntos bien evidentes de desestructuración y erosión del suelo, frecuentemente encharcados (Fig. 2).



Figura 3. Situación de las localidades experimentales en sistemas hidroturbosos, en el Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici (fondos rojo y amarillo), en el Parque Natural de l'Alt Pirineu (fondo verde) y en el alto valle de Arán.

Localidades	Altitud (m s.n.m)	Tipología del humedal (todos solígenos)	HICs	Iniciativa, programa
Estanyeres	1937	Alcalino	7110*, 7220*, 7230	LIFE, GREEN
Pletiu d'Erdo	2177	Ácido	6230*, 7110*	GREEN
Tou desOlles	1984	Ácido	7110*, 7140	GREEN
Bordes de Bedet	1628	Alcalino	7230	GREEN, Mpar
Pla de Boet	1856	Ácido	7110*	GREEN, Mpar
Coma de Burg	2014	Alcalino	7230	Andrena, Mpar
Guerossos	2021	Ácido	6230*, 7110*	Andrena
Estany de Mollàs	2010	Ácido	6230*, 7110*	GREEN, Mpar
Pallerols	1670	Ácido	-	GREEN, Mpar
Comes de Rubió	1982	Ácido	7110*, 91D0	Andrena
Cabana de Parros	1775	Alcalino	7230	Mpar

Tabla 1. Características de las localidades experimentales. La última columna se refiere al proyecto al que corresponde cada localidad, lo que conlleva particularidades en el programa de seguimiento: LIFE+ LimnoPirineus, Poctefa GREEN, Andrena, y Microparcelas permanentes (Mpar).

En total establecimos once localidades experimentales, instalando el cercado de exclusión y fijando la posición de los puntos de seguimiento. De éstas, una (Estanyeres) se estableció en 2016 como acción de protección de hábitats de turbera del proyecto LimnoPirineus (Ventura, 2019), y el resto entre finales de verano de 2017 y principios de verano de 2018 (pero la de Tou des Olles se valló a finales de este verano). Del total de localidades, siete son promovidas por el proyecto GREEN (incluyendo la de Estanyeres), tres por un proyecto de la fundación Andrena, y una por el propio equipo de autores, situada en el valle de Arán (Fig. 3, Tabla 1).

Los cercados se basan en estructuras ligeras, básicamente postes de madera tratada separados 3 m entre ellos. En algunas localidades se han unido los postes con cinta electrificada a tres niveles, para evitar la entrada de todo tipo de mamífero mediano o grande, incluyendo el jabalí. En el resto de localidades se ha instalado malla ganadera de 1 m de altura, complementada con cinta blanca como disuasión visual para el ganado y la fauna silvestre.

Metodología de muestreo

Entre los veranos de 2017 y de 2018 se caracterizaron las localidades en base a parámetros genéricos, relativos a tipo de sustrato, posición topográfica, tipología hidrológica, comunidades vegetales y hábitats presentes, y uso ganadero (Tabla 1). En conjunto son una buena representación de la variedad de situaciones en las que se encuentran las turberas subalpinas en el área considerada, en términos de sustrato geológico, altitud y estructura de paisaje. En cada localidad se seleccionaron unos puntos de muestreo permanentes, un mínimo de cinco dentro del cercado y cinco fuera; en algunas localidades se llegó hasta nueve y nueve. El conjunto de puntos de muestreo sin pastoreo representan submuestras de cada localidad bajo tratamiento de exclusión, mientras que los puntos con pastoreo son submuestras control.

Todos los puntos se situaron donde las evidencias de la alteración por pisoteo fueran bien visibles, sea en forma de suelo compactado y con huellas profundas dispersas (nivel 2 de perturbación; Fig. 2) sea en forma de pequeñas áreas con vegetación abierta e irregular (nivel 3), a fin de seguir los procesos claves que llevan a la recuperación de las comunidades vegetales, tales como germinación y establecimiento de nuevas plantas, o expansión lateral de otras ya establecidas. En el aspecto ecológico, los puntos de muestreo intentan reflejar los tipos de hábitats hidroturbosos más relevantes en cada localidad, pero no se pretende que sean precisamente ejemplos claros de dichos hábitats, sino que permitan documentar cambios generales en la vegetación.

Cada punto de muestreo se marcó con piquetas metálicas que definen una superficie de 1 × 1 m, se referenció métricamente con accidentes cercanos, se registró con GPS, y se equipó con un tubo de PVC de 16 mm de diámetro y 80 cm de longitud, perforado lateralmente, y clavado verticalmente en el suelo, a fin de hacer un seguimiento del nivel freático y de tomar muestras de agua para su análisis (Fig. 4).

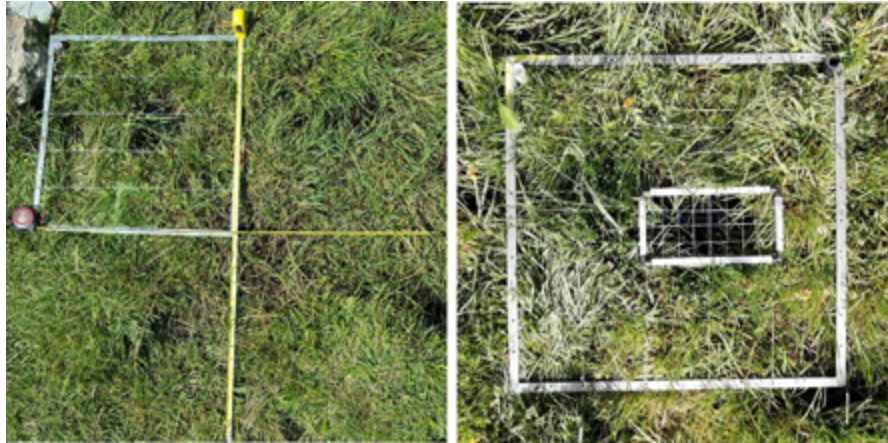


Figura 4. Punto de muestreo (definido por el tubo de PVC blanco clavado verticalmente y por piquetas metálicas). Izquierda: superficie de 1×1 m correspondiente a un inventario del protocolo GREEN (con dos cintas métricas que delimitan cuadrantes). Derecha: microparcelas de seguimiento intensivo, de 50×50 cm (uno de los cuadrantes) y de 10×20 cm (en un claro de vegetación).

En el óptimo de la vegetación de 2018 se hizo un seguimiento de los once sistemas, consistente en un inventario de vegetación y registro de diversas variables ambientales en cada punto de muestreo (10 o más por localidad). En casi todas las localidades (excepto en la Cabana de Parros) se siguió el protocolo básico establecido en el proyecto GREEN. En este protocolo los inventarios de vegetación corresponden al cuadrado de 1 m de lado, y se basan en la lista de todas las especies de plantas vasculares con valoración visual de su cobertura en proyección, siguiendo la escala de Domin, que consta de 10 intervalos (van der Maarel, 1979). También se midió la profundidad del nivel freático y se tomaron muestras de agua edáfica, y se evaluó la altura de la vegetación (en 10 puntos al azar dentro del inventario), el recubrimiento general de la vegetación vascular, de los musgos del género *Sphagnum* y de otros briófitos, y el porcentaje de suelo desnudo. Estos inventarios se prevé repetirlos un año más tarde (verano de 2019) y unos pocos años más tarde, dentro del concepto de parcelas permanentes de seguimiento. Su finalidad es documentar y analizar los cambios relativos a presencia y recubrimiento de las distintas especies y a los parámetros asociados (porcentajes de musgos y de suelo desnudo, nivel freático, etc.).

En seis de las localidades se estableció un sistema de microparcelas también permanentes, a través de las cuales puedan evaluarse los cambios ocurridos a escala espacial menor (tales como rebrote o germinación) y a lo largo de un período limitado (1 o 2 años). Con este objetivo, se realizaron otros inventarios más detallados, correspondientes a superficies inscritas dentro de cada uno de los inventarios anteriores, siempre que fue posible. En un primer nivel, se basó en un cuadrado metálico de 50 cm de lado, subdividido con hilo plástico en celdas de 10×10 cm (Fig. 4, derecha). De estas celdas se analizaron la mitad, en un esquema de tablero de ajedrez, anotando para cada una la lista de especies vasculares, con evaluación visual de su recubrimiento en base a tres categorías (1, $< 10\%$; 2, $10-33\%$;

3, <33%). En cada localidad se establecieron 10 parcelas permanentes dentro y fuera del cercado de exclusión ganadera.

En un segundo nivel de análisis, se estableció dentro de cada cuadrante de 50 cm un rectángulo de 10 × 20 cm, centrado en algún punto más alterado por pisoteo (por tanto, de posición variable en cada caso, pero replicable en años sucesivos). Se definió con un rectángulo metálico dividido en celdas de 2 cm de lado, para las cuales se consignó la presencia de especies en una u otra forma de regeneración (plántula, rebrote a partir de rizomas, estolón). En cada cuadrante de 50 cm se fijó el rectángulo de 10 × 20 cm en una o dos posiciones distintas, dando así un total de 15 microparcels permanentes de muestreo dentro y fuera del cercado de cada localidad.

Tanto en los inventarios de 50 × 50 cm como en los de 10 × 20 cm los datos registrados son espacialmente explícitos, ya que se refieren a celdas definidas por sus coordenadas, y repetibles entre años de muestreo con mucha precisión. Tanto en estos inventarios de microparcels como en los de las parcelas de 1 × 1 m el muestreo se complementó con una fotografía cenital, para posibles comprobaciones.

Además del seguimiento en base a inventarios, en las distintas localidades se evaluó la presión de pastoreo en la parte externa del cercado de exclusión. Para ello se estimó en 50 puntos al azar la afectación por pisoteo (categorizadas en tres niveles de afectación), por herbivorismo (cuatro niveles) y por deyecciones (contaje de deposiciones de ganado cercanas). En una parte de las localidades también se evaluó la intensidad de floración o fructificación de las plantas dentro y fuera del cercado, contabilizando el número de especies florecidas en 100 cuadrados de 0,25 m² distribuidos al azar dentro y fuera del cercado. Finalmente, en algunas localidades se recolectó a finales de verano la fitomasa en pie de numerosas superficies rectangulares de 10 × 20 cm, en grupos de cinco superficies cercanas a cada uno de los puntos permanentes de muestreo. Esta fitomasa se separó posteriormente en el laboratorio según distintos tipos funcionales (gramíneas, ciperáceas de hoja laminar, juncos y ciperáceas similares, forbias altas, forbias prostradas o bajas, leguminosas, espinosas), se secó a 60 °C hasta peso constante, y se pesaron todos los lotes resultantes. El análisis de estos datos y de la repartición de la biomasa aérea en distintos tipos funcionales, comparando la zona de exclusión con la zona control en cada localidad, y las distintas localidades entre ellas, permitirá conocer la respuesta de la vegetación a distintas presiones de pastoreo, y a su cese.

Resultados preliminares

Los resultados del primer año de seguimiento permiten caracterizar los sistemas en estudio, en términos de composición específica de las comunidades vegetales (tablas de inventarios por localidad y por sistema de muestreo), presencia de hábitats o especies de interés y estructura paisajística de los sistemas hidroturbosos en estudio. Esta base de datos, junto con el registro fotográfico y los datos ambientales (nivel freático, descriptores del agua)

serán la referencia para los cambios detectados y evaluados en los muestreos sucesivos. En este apartado presentamos algunos de los resultados obtenidos el primer año de muestreo de los inventarios de 1 × 1 m, dejando de lado los relativos a las microparcels, a la fitomasa aérea y a la floración, y los datos sobre el nivel freático y las propiedades del agua freática de cada parcela de muestreo.



Figura 5. En la localidad de Estanyeres contrasta el vigor y la abundancia de floración o fructificación de la vegetación dentro de la zona de exclusión (primer plano) con el aspecto ralo de la zona exterior, tanto en el humedal (área inmediata detrás del vallado) como en el pasto mesófilo más lejano.

Como resultado preliminar de este primer muestreo es ya de interés la evaluación de aspectos de la vegetación que pueden acusar un primer verano de exclusión de pastoreo, como es la altura de la vegetación considerando que la situación de partida sería equivalente entre la zona excluida de pastoreo y la zona exterior, y tomando ésta como control (Fig. 5). En esta evaluación, se observa un incremento notable en todas las localidades (Fig. 6), dentro del rango de altura en el que se mueven las muestras de cada localidad, que depende en buena medida de factores macroecológicos; en las localidades de más altitud (Mollàs, Guerossos) la vegetación de humedales es de menor porte que en localidades más bajas (Bedet, Pallerols).

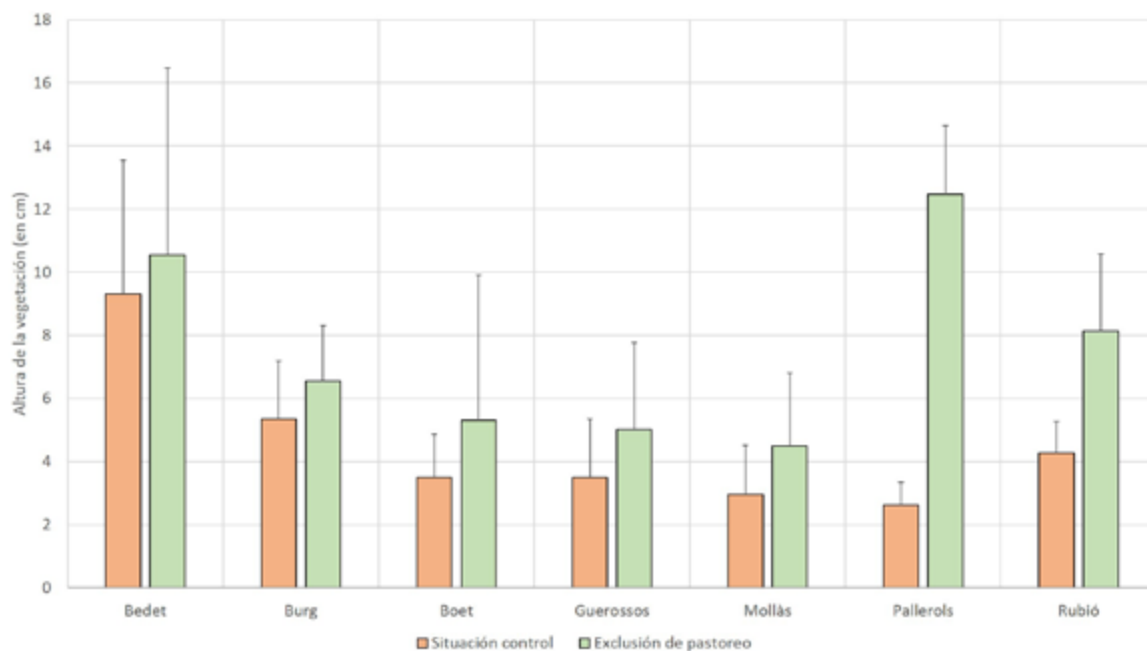


Figura 6. Altura de la vegetación (media y desviación estándar en las submuestras) en las siete localidades del Alt Pirineu, en la zona pastada (control) y en la zona de exclusión de pastoreo.

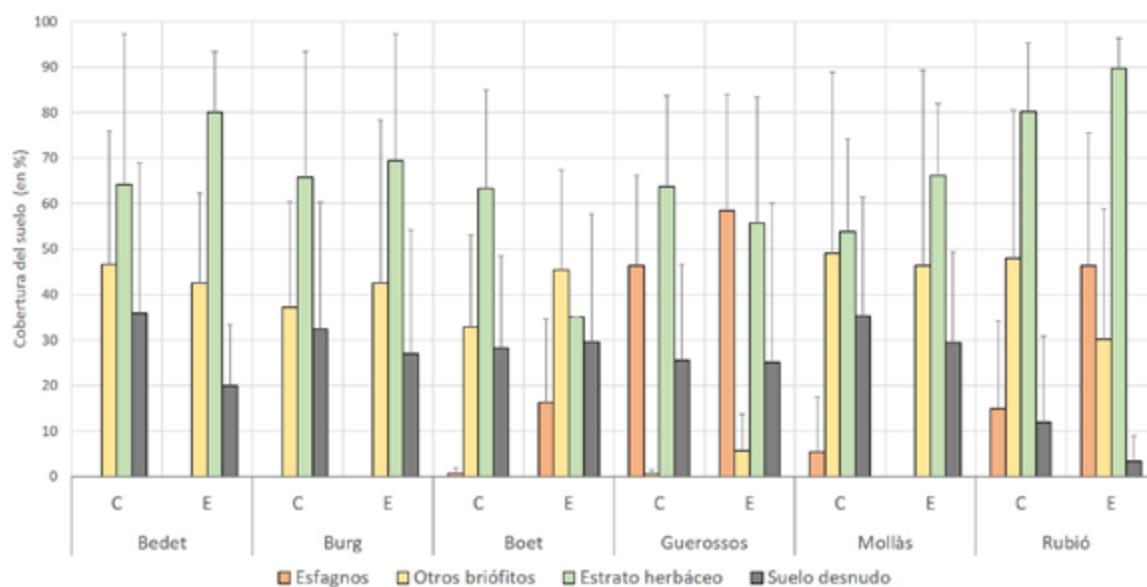


Figura 7. Recubrimiento (cobertura media en porcentaje y desviación estándar en las submuestras) de los distintos colectivos funcionales que forman las comunidades vegetales y del suelo desnudo en seis de las localidades del Alt Pirineu, en la zona pastada o control (C) y en la zona de exclusión de pastoreo (E).

También se observan cambios direccionales en el recubrimiento vegetal de plantas vasculares y briófitos y complementariamente en el porcentaje de suelo desnudo, y considerando equivalentes las situaciones de partida (Fig. 7). En la mayor parte de casos la vegetación herbácea incrementa su recubrimiento con la exclusión de pastoreo, y en estos casos suele ser con un cierto detrimento del estrato de musgos distintos de *Sphagnum*. Pero en dos casos (Boet y Guerossos) son estos musgos los que incrementan, al revés que las plantas vasculares, mientras que en Rubió aumentan a la vez las plantas vasculares y los *Sphagnum*. Y el suelo desnudo tiende a disminuir, si bien en dos localidades se mantiene. Siendo estos distintos elementos interdependientes y tratándose tan solo de un primer verano de exclusión, deberá esperarse a disponer de más muestreos para interpretar cambios que obedecen a sistemas complejos.

En cambio, no se han detectado cambios claros en la composición florística de las comunidades, ni en la riqueza de especies de plantas específicas de humedal. Hay que tener en cuenta que estas diferencias se dan entre superficies distintas (dentro y fuera del cercado) que pueden atribuirse en parte al cambio de uso, pero que quizá se deban más a diferencias de partida entre ellas. Además, la gran mayoría de las plantas de estos ambientes son perennes, de modo que los cambios de este tipo serían esperables tras más años de exclusión. Así lo sugiere el hecho de que, a grandes rasgos, se observa un mayor número de juveniles en los inventarios de 10 × 20 cm dentro de la zona de exclusión, tras un año de la instalación del cercado.

Perspectivas

El sistema de intervención en sistemas hidroturbosos consistente en exclusión de pastoreo en parcelas relativamente pequeñas y el seguimiento pormenorizado de la vegetación y de ciertos parámetros ambientales permiten documentar cambios tan sólo en un período vegetativo de actuación. Destaca en la zona excluida de pastoreo el mayor vigor de la vegetación (altura y recubrimiento), el nivel claramente superior de floración y fructificación y la incentivación de la expansión lateral y de la germinación de plántulas en distintas especies, además de la disminución del suelo al descubierto y de los indicadores de erosión.

También se intuyen indirectamente cambios en la composición específica y en la estructura de las comunidades vegetales, tales como la rarificación en la zona excluida de algunas especies oportunistas, o propias de pequeños claros semi-inundados. Pero estos cambios no podrán documentarse de forma consistente al menos hasta disponer del segundo muestreo (de 2019) o hasta pasados unos pocos años. Hay que tener en cuenta que la mayoría de especies de humedal son vivaces, y disponen de sistemas de raíces y rizomas relativamente potentes, de forma que su incremento o decremento se produce con bastante inercia, más teniendo en cuenta la brevedad del período vegetativo en la alta montaña.

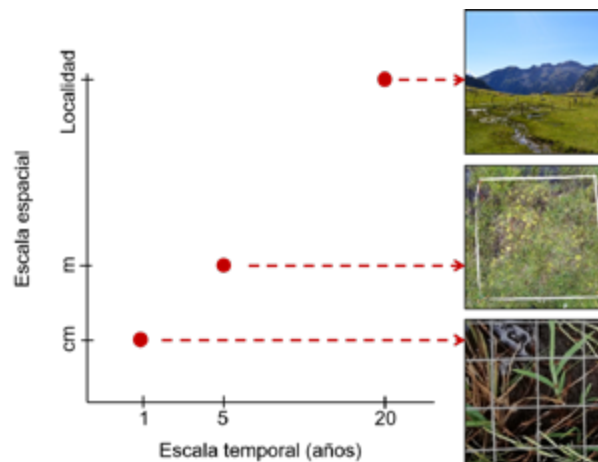


Figura 8. El sistema de seguimiento de sistemas hidroturbosos permitirá documentar respuestas debidas al cambio de uso a distintas escalas de espacio y de tiempo. Así, procesos a pequeña escala se detectan ya el primer año a través de los inventarios en las celdas de 2×2 cm (imagen inferior derecha, con plántula de *Carex* sp. en un hueco dejado por pisoteo) y en las de 10×10 cm. Los cambios en las comunidades vegetales se documentarán en pocos años a través de los inventarios de 1×1 m (imagen central derecha). Y cambios más generales en el sistema, que responden más lentamente, se harán evidentes por el análisis diacrónico conjunto de los inventarios de 1 m^2 y de los descriptores ambientales registrados a lo largo de periodos de tiempo superiores.

Otros cambios más generales en los sistemas hidroturbosos necesitarán tiempos de respuesta superiores, del orden de una o dos décadas: recubrimiento general y biomasa de la vegetación y de distintos grupos funcionales, papel de los briófitos, calidad y nivel del agua freática, expansión o retracción de ciertas comunidades vegetales, u otros indicadores biológicos. De hecho, hay una notable correlación entre las escalas de espacio y de tiempo, a distintos niveles de detalle (Fig. 8). Así, cambios a escala centimétrica en la vegetación (germinación, rebrote) se detectan ya el primer año a través de los inventarios en las celdas de 2×2 cm y en las de 10×10 cm (incluidas en el rectángulo de 10×20 cm y en el cuadrado de 50×50 cm, respectivamente). Los inventarios de 1×1 m se espera que documenten cambios direccionales en la estructura y la composición de la vegetación a unos pocos años vista. Y el análisis diacrónico conjunto de estos inventarios y de los descriptores ambientales asociados a ellos, o generales a nivel de localidad, evidenciarán cambios ecosistémicos producidos más lentamente, pero más profundos.

Bibliografía

- ALLEN DR, MARLOW CB (1994) Shoot population dynamics of feaked sedge following cattle grazing. *Journal of Range Management* 47: 64-69.
- ARNESEN T (1999) Vegetation dynamics following trampling in rich fen at Sølendet, Central Norway; a 15 year study of recovery. *Nordic Journal of Botany* 19(3): 313-327.
- AZORÍN J, GÓMEZ D (2008) Estrategias de las plantas frente al consumo por los herbívoros. In: Fillat F (ed.) *Pastos del Pirineo*: 189-203. CSIC & Diputación Provincial de Huesca.

- BEDFORD B, GODWIN K (2003) Fens of the United States: Distribution, characteristics, and scientific connection versus legal isolation. *Wetlands* 23(3): 608-629.
- BELSKY AJ, MATZKE A, USELMAN S (1999) Survey of livestock influences on stream and riparian ecosystems in the western United States. *Journal of Soil and Water Conservation* 54(1): 419-431.
- BRAGAZZA L, GERDOL R (1999) Hidrology, groundwater chemistry and peat chemistry in relation to habitat conditions in a mire of the South-eastern Alps of Italy. *Plant Ecology* 144(2): 243-256.
- CARRERAS J, FERRÉ A, VIGO J (eds.) et al. (2015) Manual dels hàbitats de Catalunya. Volum VII. 5 Molleres i aiguamolls. 6 Roques, tarteres, glaceres, coves. Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- CASANOVAS L (1991) Estudis sobre l'estructura i l'ecologia de les molleres pirinenques. Tesis doctoral, Universitat de Barcelona.
- CCE, Consejo de las Comunidades Europeas (1992) Directiva 92/43/CEE del Consejo de 21 de mayo de 1992 relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1992L0043:20070101:ES:PDF>
- COLLANTES F (2009) The demise of European mountain pastoralism: 1500-2000. *Nomadic Peoples* 13(12): 124-145.
- COUWENBERG J, JOOSTEN H (1999). Pools as missing links: the role of nothing in the being of mires. In: Standen V, Tallis J & Meade R (eds.) *Patterned mires and mire pools—origin and development*; Flora and Fauna: 87-102. British Ecological Society, London.
- DIAZ S, LAVOREL S, McINTYRE SUE, FALCZUK V, CASANOVES F, MILCHUNAS DG ET AL. (2007) Plant trait responses to grazing—a global synthesis. *Global Change Biology* 13(2): 313-341.
- FILLAT F (2003) Un paisaje pirenaico de prados y pastos: cambios recientes y perspectivas. *Acta Botanica Barcinonensia* 49: 301-324.
- FOSSATI J, PATOU G (1989) Vegetation dynamics in the fens of Chautagne (Savoie, France) after the cessation of mowing. *Vegetatio* 85: 71-81.
- GARCÍA-RUIZ JM, LASANTA T, RUIZ-FLANO P, ORTIGOSA L, WHITE S, GONZÁLEZ C, MARTÍ C (1996) Land-use changes and sustainable development in mountain areas: a case study in the Spanish Pyrenees. *Landscape Ecology* 11(5): 267-277.
- GASSIOT E, MAZZUCCO N, CLEMENTE I, RODRÍGUEZ D, OBEA L, QUESADA M, DÍAZ S (2017) The beginning of high mountain occupations in the Pyrenees. Human settlements and mobility from 18,000 cal BC to 2000 cal BC. In: Catalan J, Ninot JM, Aniz MM (eds.) *High mountain conservation in a changing world. Advances in global change research* 62: 75-105. Springer, Cham, Switzerland.
- GREEN (2019) Gestión y puesta en REd de los Espacios Naturales del Pirineo. Interreg POCTEFA. <https://www.green-biodiv.eu/proyecto>
- GRIME JP (2001) *Plant strategies, Vegetation Processes, and Ecosystem Properties*, Second edition. John Wiley & Sons Ltd., Chichester.
- HAUPTFELD RS, KERSHNER JM, FEIFEL KM (eds.) (2014) Sierra Nevada ecosystem vulnerability assessment technical synthesis: Wet meadows. In: Kershner JM (ed.) *A climate change vulnerability assessment for focal resources of the Sierra Nevada. Version 1.0. EcoAdapt*, Bainbridge Island, WA.
- HUHTA AP, HELLSTROM K, RAUTIO P, TUOMI J (2003) Grazing tolerance of *Gentianella amarella* and other monocarpic herbs: why is tolerance highest at low damage levels? *Plant Ecology* 166: 49-61.
- IDESCAT, Institut d'Estadística de Catalunya (2019) Generalitat de Catalunya. <https://www.idescat.cat/>
- ILLA E, CARRILLO E, NINOT JM (2006) Patterns of plant traits in Pyrenean alpine flora. *Flora* 201: 528-546.

- JIMÉNEZ-ALFARO B, FERNÁNDEZ-PASCUAL E, DÍAZ GONZÁLEZ TE, PÉREZ-HAASE A, NINOT JM (2012) Diversity of rich fen vegetation and related plant specialists in mountain refugia of the Iberian Peninsula. *Folia Geobotanica* 47: 403–419.
- JONES M, FRASER L, CURTIS, P (2011) Plant community functional shifts in response to livestock grazing in intermountain depressional wetlands in British Columbia, Canada. *Biological Conservation* 144: 511–517.
- KOHLER F, GILLET F, GOBAT JM, BUTTLER A (2006) Effect of Cattle Activities on Gap Colonization in Mountain Pastures. *Folia Geobotanica* 41: 289–304.
- MERRIAM K, MARKWITH S, COPPOLETTA M (2017) Livestock exclusion alters plant species composition in fen meadows. *Applied Vegetation Science* 21: 3–11.
- MORRIS K, REICH P (2013) Understanding the relationship between livestock grazing and wetland condition. Technical Report Series No. 253. Arthur Rylah Institute for Environmental Research. Heidelberg, Victoria.
- NINOT JM, CARRILLO E, FERRÉ A (2017) The Pyrenees. In: LOIDI J. (ed.), *The Vegetation of the Iberian Peninsula*, *Plant and Vegetation* 12: 323–366. Springer.
- OLFF H, RITCHIE M E (1998) Effects of herbivores on grassland plant diversity. *Trends in ecology & evolution* 13(7): 261–265.
- PANT HK, REHCIGL JE, ADJEI MB (2003) Carbon sequestration in wetlands: Concept and estimation. *Food, Agriculture & Environment* 1(2): 308–313.
- PÉREZ-HAASE A, NINOT JM (2017) Hydrological heterogeneity rather than water chemistry explains the high plant diversity and uniqueness of a Pyrenean mixed mire. *Folia Geobotanica* 52: 143–160.
- PUJOL ANDREU, J (2001) Especialización ganadera, industrias agroalimentarias y costes de transacción: Cataluña, 1880–1936. *Historia agraria* 27: 191–219.
- RATLIFF R (1985) *Meadows in the Sierra Nevada of California: State of knowledge*. United States Department of Agriculture. Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, Berkeley.
- Rydin H & Jeglum J (2006) *The Biology of Peatlands*. Oxford University Press. New York.
- STAMMEL B, KIEHL K, PFADENHAUER J (2003) Alternative management on fens: Response of vegetation to grazing and mowing. *Applied Vegetation Science* 6: 245–254.
- TABOADA MA, LAVADO RS, SVARTZ H, SEGAT AML (1999) Structural stability changes in a grazed grassland natraquoll of the Flooding Pampa (Argentina). *Wetlands* 19(1): 50–55.
- VAN DER MAAREL E (1979) Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio* 39(2): 97–114.
- VAN DER MEJDEN E, WIJN M, VERKAAR H (1988) Defence and regrowth, alternative plant strategies in the struggle against herbivores. *Oikos* 51(3): 355–363.
- VENTURA M (coord.) (2019) *LimnoPirineus*. Conservación de hábitats y especies acuáticas de la alta montaña del Pirineo. LIFE+ <http://www.lifelimnopirineus.eu/es>

El herbario de Casa Molines: el herbario histórico del socio andorrano de la Sociedad Botánica Barcelonesa (1872 - 1876)

Anna Boneta & Manel Niell

Centre d'Estudis de la Neu i de la Muntanya d'Andorra. Institut d'Estudis Andorrans.

Sant Julià de Lòria, Andorra.

mniell@iea.ad

El herbario de Casa Molines fue recopilado por Antonio Dallarés, farmacéutico de Andorra y constituye uno de los herbarios de la Sociedad Botánica Barcelonesa. Esta sociedad estuvo en funcionamiento entre 1872 y 1876 y tenía el objetivo de impulsar los estudios botánicos en la Península, facilitando el intercambio de pliegos entre sus socios. Antonio Dallarés fue el socio número 24 de la Sociedad.

El herbario de Casa Molines ha sido restaurado y caracterizado recientemente. Los pliegos son de los años 1867-1876, los años que cuentan con un mayor número de muestras son 1872 y 1873. El número de recolectores es de 42, entre los que destacan por su mayor aportación de pliegos, F. Trèmols y F. Loscos.

El número de especies es de 565, con 99 familias agrupadas en los siguientes grupos taxonómicos: 3 especies de hongos, 1 de briófitos, 14 de pteridofitos y 81 de fanerógamas, de las cuales 1 es una gimnosperma y 80 son angiospermas. Las familias con más especies representadas son las asteráceas y las poáceas.

Plantas pirenaicas amenazadas de los herbarios Francesc Bolòs (s. XVIII) y Trèmols (s. XIX); primeros resultados

Laura Gavioli¹, Jordi López-Pujol¹, Neus Nualart¹, Joan Vallès² & Neus Ibáñez¹

¹ Institut Botànic de Barcelona. CSIC-ICUB.

Passeig del Migdia s/n, 08038 Barcelona, Cataluña, España,
lgavioli.bcn@gmail.com.

² Laboratori de Botànic. Facultat de Farmàcia i Ciències de l'Alimentació.

Universitat de Barcelona. Av. Joan XXIII 27- 31, 08028 Barcelona.

Dentro el proyecto «Estudis sobre dos herbaris històrics de l'Institut Botànic de Barcelona», se han informatizado y digitalizado los herbarios de Francesc Bolòs (s. XVIII) y Frederic Trèmols (s. XIX). El herbario Bolòs (3.922 pliegos) incluye plantas recolectadas principalmente en las inmediaciones de Olot y en los Pirineos. El herbario Trèmols (10.037 pliegos) incluye muchos pliegos obtenidos por intercambio mediante sociedades botánicas europeas, además de pliegos recolectados por el mismo Trèmols procedentes de los Pirineos. Se han escogido estos dos herbarios porque son de los más antiguos conservados en el herbario del Institut Botànic de Barcelona (BC) y que aún están por estudiar.

Los pliegos pirenaicos se han seleccionado a partir de la zona de estudio del proyecto del Atlas de la Flora de los Pirineos (Florapyr). Posteriormente se ha realizado un filtro con las especies amenazadas incluidas en la *Lista roja de la flora vascular española* (Moreno *et al.*, 2008) y en el *Llibre vermell de les plantes vasculares endèmiques i amenaçades de Catalunya* (Sáez *et al.*, 2010). Para llevar a cabo dicho filtro, se han buscado todos los sinónimos de los táxones de estas dos publicaciones y se han comparado con los nombres de los táxones de los pliegos presentes en los dos herbarios estudiados.

En este póster se presentan gráficos para los dos herbarios, tanto de números de táxones y pliegos por cada categoría UICN (2001), como de sus características biológicas, familia, provincia y autor de recolección y gráficos temporales de número de pliegos recolectados por año (en este último caso solo para el herbario Trèmols por la ausencia casi completa de fechas de recolección en el herbario Bolòs). Se evalúa cuántos pliegos y táxones pirenaicos amenazados en la actualidad se recolectaron para cada herbario y su representatividad respecto a los listados actuales de especies amenazadas en los Pirineos.

Estratègia de conservació de la flora amenaçada i accions de conservació en l'àmbit dels Pirineus

Jordi Rofes

Servei de Fauna i Flora. Subdirecció general de Biodiversitat i Medi Natural. Direcció General de Polítiques Ambientals i Medi Natural. Departament de Territori i Sostenibilitat. jordi.rofes@gencat.cat

El 2018 el Govern de la Generalitat va aprovar l'Estratègia del patrimoni natural i la biodiversitat de Catalunya (ESNAT). L'estratègia defineix els objectius estratègics a assolir l'any 2030, desplegant-se de forma quadriennal, amb línies d'actuació que es concretaran en accions. Per a cada àmbit, s'han definit una sèrie d'objectius per a l'aconseguit dels quals s'han identificat diferents línies d'actuació. Així, dins de l'objectiu estratègic 2.2 "Millorar la conservació de les espècies autòctones, els ecosistemes i la geodiversitat", hi ha la línia d'actuació 21 "Aprovar l'Estratègia Catalana de Conservació de la Flora i executar-ne les accions prioritàries"

Tot i que l'ESNAT fa aquesta planificació, es disposa d'un document elaborat al 2014 per la Institució Catalana d'Història Natural que servirà de base per a l'aprovació de l'Estratègia Catalana de Conservació de la Flora (ECCF). Aquest document s'estructura en 5 àmbits, dins del quals hi ha diferents fites i les corresponents accions per assolir-les.

Algunes de les accions incloses en l'ECCF ja s'han iniciat. Una d'elles és l'aprovació de l'Estratègia Catalana de Conservació de la Flora *ex situ*, de la que també es disposa d'un document redactat que ha de servir de base per a la seva aprovació. Aquesta estratègia es va començant a desplegar de manera que, actualment, hi ha una xarxa de Centres de Referència i de Centres Col·laboradors, s'ha començat la recol·lecció de material vegetal i s'ha fet algun reforçament poblacional a partir de les llavors recol·lectades.

En el camp de la planificació, també cal esmentar els Plans de Recuperació i de Conservació. Actualment, si bé encara no se n'ha aprovat cap, hi ha 39 tàxons amb Pla redactat i en diferents fases de revisió, dels quals una vintena corresponent a tàxons amb possible presència als Pirineus.

En l'àmbit dels Pirineus, el Servei de Flora i Fauna té localitzades 662 localitats amb flora amenaçada que corresponen a 135 espècies diferents.

Finalment, des del Servei de Fauna i Flora es duen a terme, s'impulsen o es col·labora amb accions destinades a la conservació o a la millora de poblacions d'espècies de flora amenaçada.

Lichen diversity from Ribera del Catllar, eastern Pyrenees (Ripollès, Catalonia)

Esteve Llop

University of Barcelona. ellv66@gmail.com

The knowledge on lichen diversity from Eastern Pyrenees is scarce. Few papers have dealt with this biological group and almost all have focused on the valley of Nuria. This study presents the results obtained in a survey carried in the Ribera del Catllar, a catchment area of 1000 ha, located in Vilallonga de Ter (Ripollès, NE Iberian Peninsula), which ranges from 1170 m to 2693 m. The survey was established by selecting available habitats, namely woods, coniferous and broadleaved, bush communities and meadows, and geological substrates, in order to include the highest environmental diversity. Lichen diversity has been analysed in terms of species composition and functional traits.

The study has yielded a catalogue of 192 species. Among them, three species are new to the Iberian lichen biota, and eight are newly found in Catalonia. In addition, 56 species, quite a 30% of the catalogue, can be considered as rare in the region, as they are quoted from five or less 10 x 10 km squares. One species, *Nephroma parile*, is included in the regional catalogue of threatened species.

A main concern in this study has been to achieve the greatest species richness. Several species accumulation models carried on data have estimated a species pool ranging between 236, the lowest value, to 343, the highest. The presence of a high number of singletons can produce such a deviation from the observed species richness. On the other hand, species composition is highly variable between examined sites. Sørensen index of diversity is quite low, meaning that sites share quite a few species. The average is 20% of similarity, being the largest similarity between two sites up to a 48%. Species composition has resulted to be more dissimilar between forested sites than open areas such meadows or mixed sites.

The analyses on lichen composition based on functional traits reveals a different picture. Despite species richness can vary between sites, the structure of lichen communities is quite comparable. Shannon's diversity index yields almost no differences, as well as Pielou's evenness, which fluctuates from 88% and 92%. Although species composition differs significantly between sites, most of the species converge in the response and adaptation to environmental characteristics.

Phylogeny and species delimitation of *Campanula* Sect. *Heterophylla* (Campanulaceae) in the Pyrenean-Cantabrian Mountains, with a focus on the endemic *C. jaubertiana*.

Cristina Roquet^{1,2}, Jan Smycka², Clara Pladevall³, Benjamin Komac³ & Llorenç Sáez¹

¹Unitat de Botànica. Departament de Biologia Animal, de Biologia Vegetal i d'Ecologia, Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra, cristina.roquet@gmail.com; ²Laboratoire d'Ecologie Alpine. CNRS. Université Grenoble-Alpes; ³Centre d'Estudis de la Neu i de la Muntanya d'Andorra. Institut d'Estudis Andorrans

Campanula sect. *Heterophylla* is a complex group whose species delimitation is highly controversial. In this study, we investigated the phylogenetic relationships and evolutionary entity of the taxa of this section that occur in the Pyrenees and Cantabrian Mountains. We put a special focus on two taxa: (1) the Pyrenean endemic *C. jaubertiana*, which has sometimes been recognized at subspecies level within *C. cochleariifolia* or has been confused with it, and (2) *C. andorrana*, a taxon allegedly endemic to Andorra (Eastern Pyrenees) and of uncertain taxonomic value, which has been sometimes recognized at infraspecific level within *C. jaubertiana* or *C. cochleariifolia*. We obtained the complete sequences of the chloroplast genome and the nuclear ribosomal DNA, including several individuals of *C. andorrana*, *C. jaubertiana* and *C. cochleariifolia*. In addition, we conducted morphometric analyses of the former taxa, with the aims to investigate whether *C. cochleariifolia* and *C. jaubertiana* present differences, and whether there are evolutionary lineages within *C. jaubertiana* that can be distinguished morphologically, with a particular focus on *C. andorrana*. Phylogenetic analyses show that *C. jaubertiana sensu lato* (i.e. including *C. andorrana*) constitutes a clearly distinct lineage that is not even closely related to *C. cochleariifolia*. In addition, differences in the floral morphology were detected between these two taxa. Both molecular and morphological data support two main evolutionary lineages within *C. jaubertiana*, one corresponding to the populations found in Central Pyrenees, and another one in Eastern Pyrenees plus Catalan Prepyrenees. Given that these two lineages present vegetative morphological differences and their own geographical area, their taxonomic recognition is discussed. Based on morphological and phylogenomic data, a taxonomic treatment of *Campanula jaubertiana* is provided.

Anàlisi preliminar del primer any de dades de la diversitat i producció de bolets en boscos de pi negre (*Pinus uncinata*) a Andorra

Manel Niell

Centre d'Estudis de la Neu i de la Muntanya d'Andorra. Institut d'Estudis Andorrans. Sant Julià de Lòria, Andorra, mniell@iea.ad

S'han analitzat la producció i la diversitat dels fongs productors de bolets de 5 parcel·les en boscos de pi negre. Le parcel·les mesuren 10 x 10 metres i han estat mostrejades un cop per setmana. El període de mostrejos ha estat de mitjans de juliol fins a finals d'octubre.

S'han estudiat totes les espècies trobades de macromicets, basidiomicots i ascomicots. Les mostres collides han estat determinades fins a nivell d'espècie quan ha estat possible.

En total, el nombre d'espècies és d'aproximadament 110 i s'han recollit 1315 carpòfors que corresponen a 2359,32 gr de pes sec.

Malgrat la proximitat d'algunes parcel·les, la variació entre elles no mostra cap patró observable. Els índexs de diversitat de Jaccard entre les dues parcel·les més semblants, situades a uns 50 metres una de l'altra i amb un lleuger canvi d'orientació, és de 0,25. Índexs de 0,10 i 0,11 s'observen en parcel·les situades a diferents alçades i orientacions.

Més del 60% de les espècies només ha estat localitzades en una parcel·la, L'única espècie citada a totes les parcel·les ha estat el rovelló de pi negre (*Lactarius quieticolor*). Presents en 4 parcel·les hi havia *Clitocybe gibba*, *Paxillus involutus*, *Russula xerampelina* i *Tricholoma portentosum*.

La mitjana de producció de carpòfors per espècie és de 11,53 i més del 50% de les espècies fan entre 1-10 carpòfors. Les més productives han estat: *Russula xerampelina* (15% del pes total) *Tricholoma portentosum* (14% del pes total) i *Russula integra* (6,16%, del pes total). El rossinyol (*Cantharellus cibarius*) apareix en 2 parcel·les i té una proporció en pes sec de 4,41 (%). Els carpòfors de rovelló de pi negre aporten el 2,51% de tots els exemplars.

Pel que fa a la producció en termes de pes sec, tenim que les 8 espècies més productives, amb un pes sec superior a 100 (en general, la mitjana de pes per bolet és de 20,69) han estat: *Russula xerampelina*, 28,51%; *Tricholoma portentosum*, 14,11%, *Russula integra*, 11,39%;

Russula badia, 5,12%; *Russula cf firmula*, 3,99%; *Russula sanguinea*, 3,30%; *Albatrellus confluens*, 2,79%; *Lactarius quieticolor*, 2,73%.

Com a espècies més interessants que han aparegut a les parcel·les i que no han estat citades amb anterioritat a Andorra tenim: *Amanita porphyria*, *Galerina pumila* i *G. vittiformis*.

Elucidating major phylogeographic patterns for alpine plants from the Pyrenees

Pau Carnicero Campmany, Eliška Závěská & Peter Schönswetter

Department of Botany. University of Innsbruck. pau.carnicero-campmany@uibk.ac.at

The Pyrenees are a well-explored area in terms of biodiversity, ecology and other disciplines, and have attracted the attention of many researchers since long ago. There is, however, an alarming lack of comparative studies showing how the different levels of biodiversity in the Pyrenees are genetically structured. Other European mountain ranges have received much more attention and several studies in recent years have shown the extreme importance of Pleistocene climatic glaciations in shaping the genetic structure and distribution of alpine species, often resulting in strongly spatially structured intraspecific diversity. A comparative phylogeographic study of the mountain range is necessary to understand the dynamics and drivers of its biodiversity as a whole, to provide a framework for further hypothesis testing and, even more important, to explore future scenarios in the context of climate change. Alpine plants have been shown to be extremely vulnerable to climate change, by experiencing upslope migration, with the most dramatic consequences for relatively low ranges such as the Pyrenees. In our study, we focus on nine alpine species endemic of the Pyrenees and search for common phylogeographic patterns that might serve as a reference for further hypothesis testing. We use molecular data obtained from next generation sequencing (RADseq) to investigate the intraspecific genetic diversity of the studied species. Here, we present preliminary results showing a highly structured distribution of intraspecific diversity, with clear genetic groups, often defined by the main valleys of the Pyrenees. The Cerdanya/Cerdagne valley emerges here as one of the most important genetic barriers in the chain, causing the strong differentiation of the Eastern Pyrenean populations, in congruence with the known floristic singularity of the region. Our data will in the future be combined with retrospective as well as prospective distribution modelling of species and intraspecific lineages to 1) identify glacial refugia for alpine plants of the Pyrenees, 2) identify areas harboring highly isolated endemic lineages (phylogenetic endemism) and 3) to identify areas with high stability of climatic suitability under different climate change scenarios where to focus conservation efforts for alpine plants.

La flore vasculaire des sites gérés par les Conservatoires d'espaces naturels de la région Occitanie sur le versant français du massif des Pyrénées

Romain Bouteloup¹, Cécile Brousseau², Sylvain Dejean³, Marc Enjalbal³, Mario Kleszczewski¹, Daniel Marc³

¹Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon. Immeuble le Thèbes, 26 Allée de Mycènes, 34000 MONTPELLIER (France) ; ²Conservatoire d'espaces naturels d'Ariège. Vidallac, 09240 ALZEN (France) ; ³Conservatoire d'espaces naturels de Midi-Pyrénées. 75 voie du Toec, BP 57611, 31076 TOULOUSE Cedex 3 (France). romain.bouteloup@cenlr.org; mario.kleszczewski@cenlr.org; cecile.b@ariegenature.fr; sylvain.dejean@espaces-naturels.fr; marc.enjalbal@espaces-naturels.fr; daniel.marc@espaces-naturels.fr

Abstract

This article provides a synthesis of knowledge of vascular plants species from different sites located in the Pyrenees and managed by the *Conservatoires d'espaces naturels (CEN)* in *Ariège, Aude, Haute-Garonne, Hautes-Pyrénées* and *Pyrénées-Orientales*. Patrimonial species of these sites have been reviewed from the stakes of conservation according to various criterias, particularly the red list of french vascular flora recently published (IUCN France *et al.*, 2018). With more than 20 years of activities, the CENs Occitanie in french Pyrenean departments organized a network of managed sites in term of land ownership and uses, which makes possible preservation and monitoring over time of plants species with high conservation value for this massif. We present examples of targeted actions on some of these species and their results.

Résumé

Une synthèse des connaissances de la flore vasculaire des sites situés sur le massif des Pyrénées gérés par les Conservatoires d'espaces naturels (CEN) dans les départements de l'Ariège,

Aude, Haute-Garonne, Hautes-Pyrénées et Pyrénées-Orientales est présentée. Les espèces patrimoniales présentes sur ces sites sont plus particulièrement abordées avec une analyse des enjeux de conservation selon différents critères, notamment la liste rouge de la flore vasculaire de France récemment publiée (UICN France *et al.*, 2018). Avec plus de 20 ans d'activités, les CEN de la région Occitanie qui interviennent dans les départements français pyrénéens constituent un réseau de sites en termes de maîtrise foncière et d'usages qui permet d'assurer dans la durée la préservation et le suivi d'espèces végétales à forts enjeux de conservation pour ce massif. Des actions ciblées sur certaines de ces espèces et leurs résultats sont présentés.

Introduction

Les Conservatoires d'espaces naturels (CEN) d'Ariège (CEN Ariège), du Languedoc-Roussillon (CEN L-R) et de Midi-Pyrénées (CEN MP) interviennent dans les différents départements de la région Occitanie avec une démarche commune de maîtrise foncière (achats de foncier ou accords avec les propriétaires) et de maîtrise d'usages pour mener des actions de préservation, de restauration et de suivis des espèces et milieux naturels. Ainsi depuis plus de 20 ans, les CEN de la région Occitanie ont créé dans les départements de la chaîne des Pyrénées un réseau de 57 sites. Un site peut être composé de plusieurs accords avec différents propriétaires. Ce réseau rassemble à l'heure actuelle 70 ensembles parcelles-propriétaires portant sur 16072 hectares (ha) (Figure 1). Un état des connaissances de la flore vasculaire présente sur ces sites est dressé, avec une analyse des enjeux de conservation et des exemples d'actions.

Matériels et méthodes

Sur les 57 sites, une analyse foncière simple est réalisée en fonction des surfaces puis par type de maîtrise foncière. Au sein du réseau de sites, nous considérons plusieurs catégories de maîtrise foncière avec des implications différentes des CEN. Les "propriétés CEN ou Fonds de dotation" des CEN sont des parcelles achetées par les CEN pour la conservation du patrimoine naturel (Figure 2a). Cette maîtrise pleine et entière permet de garantir la vocation naturelle des sites. Les "actes fonciers" sont des documents administratifs souvent instruits par des notaires (par exemple, un bail emphytéotique ou une Obligation Réelle Environnementale). Par ces actes, les propriétaires délèguent la gestion aux CEN (Figure 2b). Les "conventions de gestion" sont des accords volontaires ou contrats relevant du code civil signés avec les propriétaires reconnaissant la nécessité de préserver le patrimoine naturel présent sur leurs propriétés, dans cette catégorie l'implication des CEN peut-être variable suivant les situations (Figure 2c). Enfin, "les conventions d'assistance technique et scientifique" sont des accords signés avec d'autres structures gestionnaires et propriétaires (par exemple les propriétés du Conservatoire du Littoral). Les CEN interviennent alors en expertise ou conseil pour la gestion sur plusieurs années (Figure 2d). Un bilan des espèces de la flore

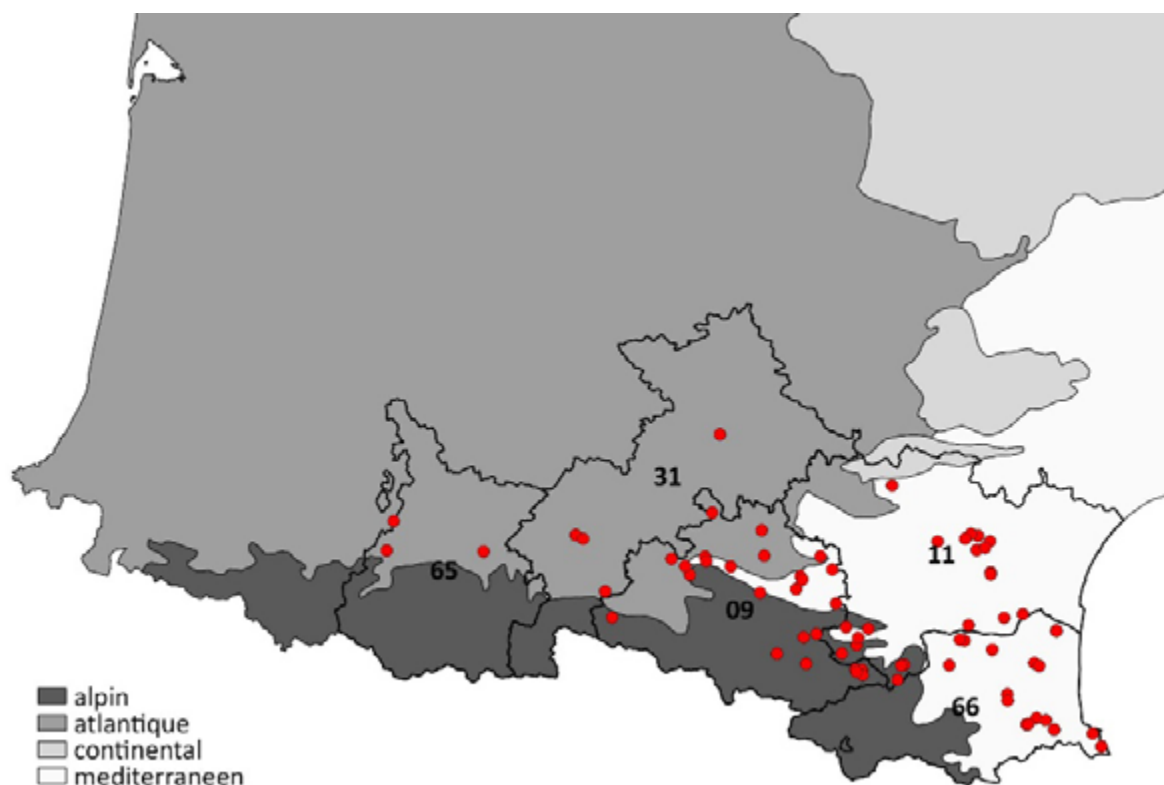


Figure 1. Localisations des sites des CEN (point rouges) dans les départements pyrénéens de la région Occitanie (limites en noir) selon les régions biogéographiques terrestres.

vasculaire présente sur les sites est réalisé à partir de différents référentiels : statuts de protection nationale et régionale, patrimonialité d'après les listes des espèces ZNIEFF pour les parties Languedoc-Roussillon (CBNMed, DIREN L-R, 2009) et Midi-Pyrénées (Remaury *et al.*, 2004), et finalement les évaluations des listes rouges de la flore vasculaire selon les critères UICN pour la France (UICN France *et al.*, 2018) et la partie Midi-Pyrénées (Corriol *coord.*, 2013). Des exemples d'actions de gestion sont présentés sur le site de Saint-Paul-de-Fenouillet (Pyrénées-Orientales), du Pesquié à Lagarde (Ariège) et de Capvern (Hautes-Pyrénées). Le site de Saint-Paul-de-Fenouillet est composé de plusieurs parcelles où le CEN a signé des conventions de gestion avec trois propriétaires depuis 2006 sur 1,46 ha, entre autres pour la préservation de populations d'*Ophrys tenthredinifera*. Le site du Pesquié à Lagarde est une prairie humide de 7 ha, connue et suivie depuis 2005 pour sa population de *Bellevalia romana* et achetée par le CEN Ariège en 2015. Les zones humides communales de Capvern s'étendent sur 126 ha du bassin versant du ruisseau Saint-Martin, au sein du Plateau de Lannemezan en Hautes-Pyrénées, de 530 m à 600 m d'altitude. Sur ce site depuis 2014, un pâturage extensif par des vaches Highland Cattle et des actions de génie écologiques plus ciblées permettent de gérer un réseau de tourbières, de landes humides atlantiques et d'anciennes pâtures peu fertiles, à fort enjeux floristiques. Par convention de gestion avec la commune, le



Figure 2. Illustrations de sites des CEN du massif pyrénéen avec des types de maîtrises foncières différentes.
 2a. Site d'En Gauly à Lesparrou, Ariège, propriété du CEN Ariège (cliché C. Brousseau). 2b. Site de Laroque-des-Albères, Pyrénées-Orientales, en bail emphytéotique (cliché D. Sorel). 2c. Site du massif de l'Alaric, Aude, en convention de gestion avec 6 communes propriétaires sur 9570 ha (cliché S. Corbi). 2d. Mare temporaire du site Natura 2000 de Torremila, Pyrénées-Orientales, en partie en propriété de Perpignan Méditerranée Métropole en convention d'assistance technique et scientifique avec le CEN L-R (cliché M. Kleszczewski).

plan d'actions proposé par le CEN MP a été validé par un comité de suivi qui regroupe de nombreux partenaires locaux associés à cette initiative.

Résultats et discussions

Surfaces et types de maîtrises foncières

Depuis les années 90, période de leurs créations, les CEN de la région Occitanie ont constitué un réseau de 57 sites dans les départements pyrénéens sur 16072 ha. Ce réseau a considérablement évolué en surfaces gérées (Figure 3a). De 1992 à 2013, on peut observer un cumul de 2912 ha avec 17 ensembles parcelles-propriétaires. De 2014 à 2019, une

nette augmentation du nombre de sites a généré un cumul de 13160 ha avec 53 ensembles parcelles-propriétaires supplémentaires. Cette augmentation récente est notamment due à l'intervention des CEN sur de grandes propriétés communales. Dans ces cas, les communes propriétaires confient la gestion aux CEN par l'intermédiaire de conventions de gestion ou actes fonciers (bail emphytéotique, prêt à usages). Cet effet se retrouve dans la répartition des types de maîtrises foncières (Figure 3b), où les conventions de gestion (notamment avec les communes) prennent une part importante des sites gérés (88,6%). Les propriétés des CEN ou des Fonds de dotation des CEN représentent environ 1% des surfaces gérées. Ce sont souvent des sites de faibles surfaces achetés par opportunités pour la préservation d'enjeux ciblés mais importants. On peut citer en exemples le site de la mare temporaire de Peyrestortes (Pyrénées-Orientales) qui concentre un nombre très élevé d'enjeux de biodiversité sur une superficie de 3 ha seulement, ou encore une parcelle de plus de 2 ha acquise à Poueyferré (Hautes-Pyrénées) qui appartient à la Tourbière du Lac de Lourdes, un site Natura 2000 de 73 ha.

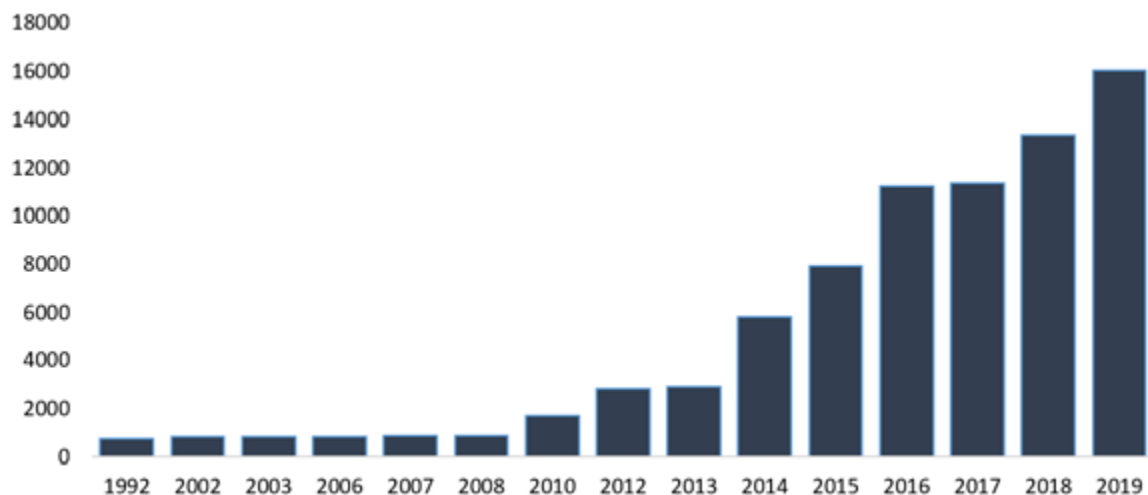
La Flore vasculaire patrimoniale

Parmi les espèces de la flore vasculaire recensée, le bilan met en évidence 379 taxons patrimoniaux sur l'ensemble des sites (Figure 4a). Ce chiffre relativement élevé s'explique notamment par une répartition des sites dans trois régions biogéographiques différentes soumises aux influences méditerranéennes, atlantiques et montagnardes-alpines (Figure 1). Une part importante de ces espèces (302 soit 79,7%) n'ont pas de statut de protection mais sont inscrites dans les listes pour la détermination des ZNIEFF. Des listes différentes ont été élaborées pour les deux anciennes régions (Midi-Pyrénées et Languedoc-Roussillon). Ce résultat est donc à contraster, une homogénéisation des listes ZNIEFF pour la nouvelle région Occitanie et pour le massif pyrénéen dans les années à venir pourrait modifier ce constat. L'analyse selon les listes rouges (Figure 5a) met en évidence la présence de 48 taxons menacés à quasi-menacés pour la France métropolitaine et 15 taxons pour la partie Midi-Pyrénées dont la flore a fait également l'objet d'une évaluation selon les mêmes critères UICN. Parmi ces espèces on peut signaler la présence de *Carex hartmanii* sur le site de Noubals (commune d'Artigues) en Ariège (Figure 5e). Sur ce site, ce taxon avait jusqu'à présent été rattaché à *Carex buxbaumii*, mais les épis fructifères tous cylindriques de la population incitent à réviser la diagnose. La station ariégeoise de *Carex hartmanii* est située à moins de 40 km des populations récemment mis en évidence en Cerdagne-Capcir français (Kluszczewski, 2013; Bouteloup, 2016).

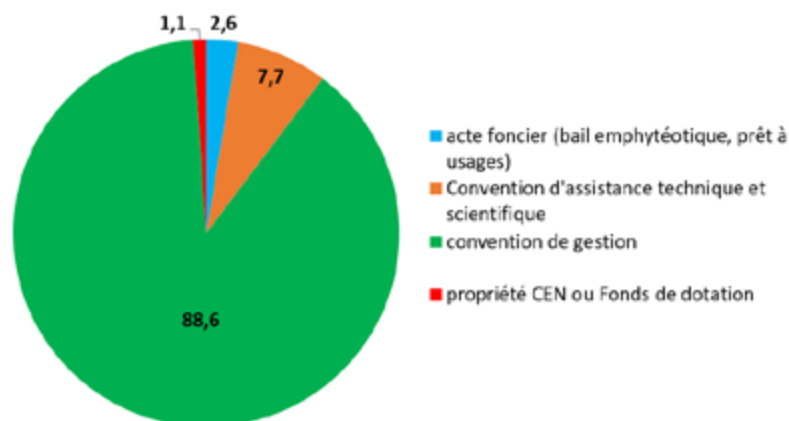
Exemple de gestion sur le site de Saint-Paul-de-Fenouillet (Pyrénées-Orientales)

Le site de Saint-Paul-de-Fenouillet dans les Pyrénées-Orientales, fait l'objet d'une gestion réalisée par le CEN L-R en partenariat avec la Société Française d'Orchidophilie

3a



3b



3c

Surfaces en hectares	Acte foncier (bail emphytéotique, prêt à usages)	Convention d'assistance technique et scientifique	Convention de gestion	Propriété CEN ou Fonds de dotation	Total
Ariège		13,4	1946,2	36,1	1995,8
Aude			12004,0		12004,0
Haute-Garonne		482,9	48,9	0,3	532,1
Hautes-Pyrénées		723,9	125,9	5,6	855,5
Pyrénées-Orientales	423	12,8	118,2	130,6	684,6
Total	423	1233,1	14243,1	172,7	16072

Figure 3. Surfaces et types de maîtrises foncières du réseau de sites des CEN du massif pyrénéen en Occitanie. 3a. Evolution des surfaces en hectares du réseau de sites. 3b. Répartition des types de maîtrises foncières en pourcentage des surfaces des sites. 3b. Tableau de répartition des surfaces en hectares par type de maîtrise foncière et département.

4a

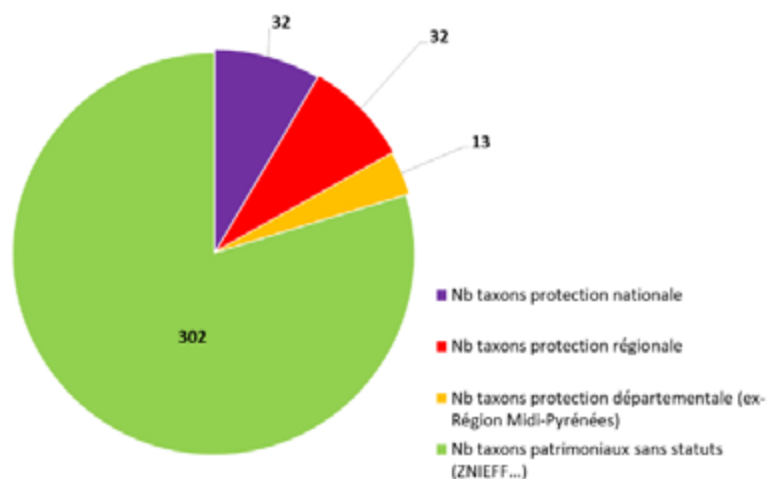


Figure 4. 4a. Répartition des espèces de la flore vasculaire patrimoniale du réseau sites CEN pyrénéens selon les statuts. 4b. *Marsilea strigosa*, directive Habitat-Faune-Flore et protection nationale, présente sur les sites de Peyrestortes et Torremila, Pyrénées-Orientales (cliché M. Kleszczewski). 4c. *Androsace vandellii*, protection nationale, présente sur le site de Montségur, Ariège (cliché C. Brousseau). *Thelypteris palustris*, protection régionale ex-région Midi-Pyrénées, présente sur les sites de Bonnac, Ariège et tourbière du lac de Lourdes, Hautes-Pyrénées (cliché C. Brousseau). 4e. *Carex hostiana*, espèce sans statut en région Occitanie mais rare, présent sur le site de Roquefeuil, Aude (cliché R. Bouteloup).

5a

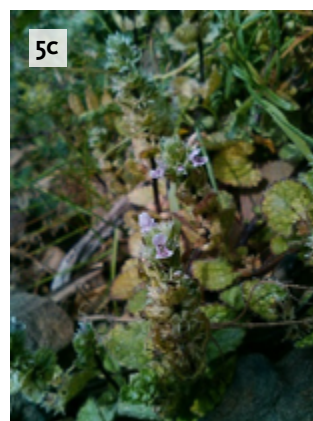
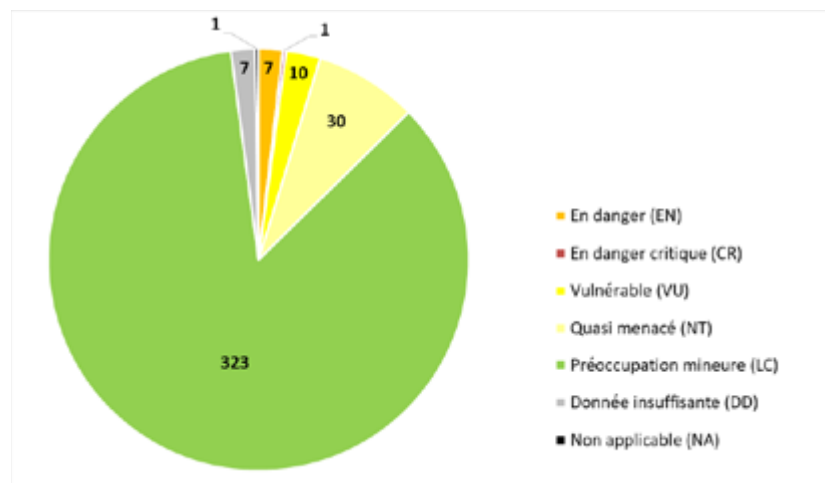


Figure 5. 5a. Répartition des espèces de la flore vasculaire menacées en France présentes dans le réseau des sites CEN pyrénéens selon les catégories (UICN France *et al.*, 2018). 5b. *Cyperus flavoides*, en danger critique (CR), présent sur le site de Villelongue-dels-Monts, Pyrénées-Orientales (cliclé R. Bouteloup). 5c. *Stachys brachyclada*, en danger (EN), présent sur le site de Peyrefite à Banyuls-sur-Mer, Pyrénées-Orientales (cliché R. Bouteloup). 5d. *Neotinea conica*, vulnérable (VU), présent sur le site de Port-Vendres, Pyrénées-Orientales (cliché R. Bouteloup). 5e. *Carex hartmanii*, quasi-menacé (NT), présent sur le site d'Artigues, Ariège (cliché C. Brousseau).



6e

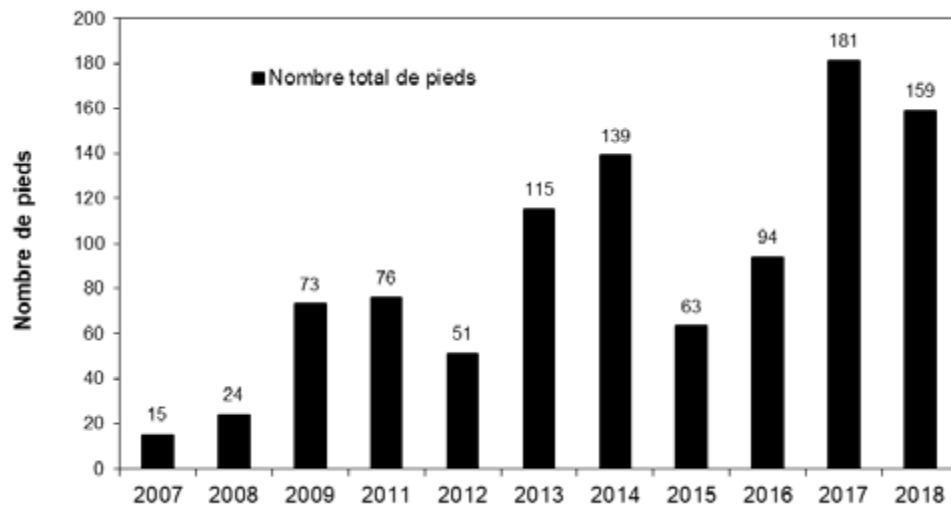


Figure 6. Gestion réalisée sur le site de Saint-Paul-de-Fenouillet, Pyrénées-Orientales. 6a. *Ophrys tenthrudinifera* présent sur le site. 6b. Chantier de débroussaillage manuel avec export des résidus réalisés tous les ans. 6c. Site en 2007 avant la mise en place de la gestion (cliché M. Kleszczewski). 6d. Site au même endroit en 2013 (cliché R. Bouteloup). 6e. Evolution du nombre de pieds d'*Ophrys tenthrudinifera* sur une des stations du site.

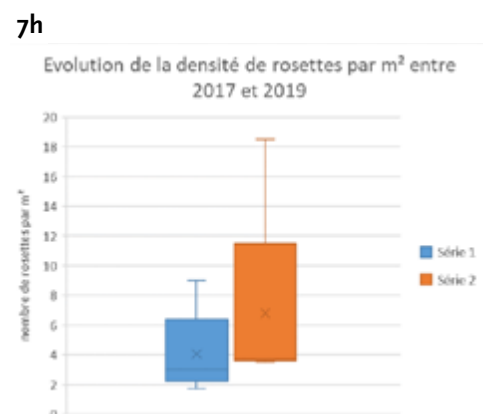
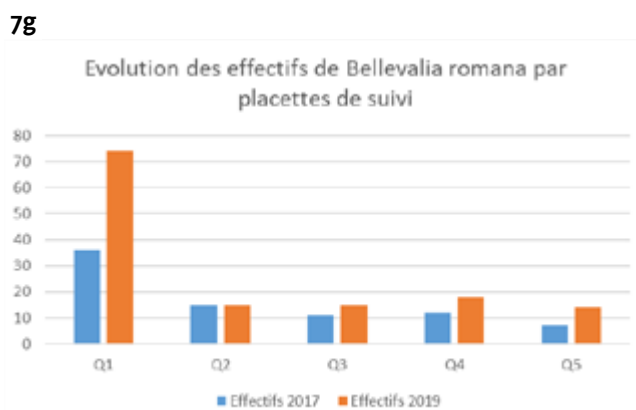
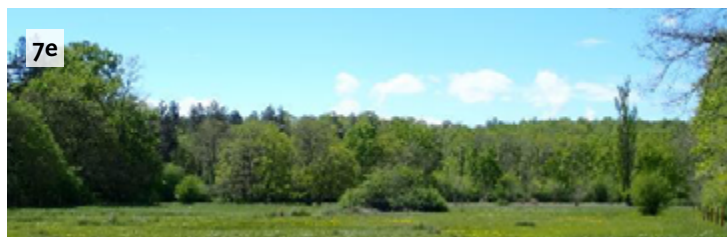
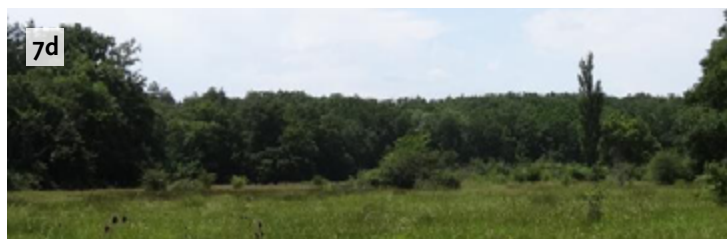


Figure 7. Gestion réalisée sur le site de la prairie de Pesquié à Lagarde, Ariège. 7a. *Bellevalia romana* (cliché C. Brousseau). 7b. *Alopecurus bulbosus* (cliché C. Brousseau). 7c. *Fritillaria meleagris* (cliché F. Personnaz) 7d. Site en 2017 avant la mise en place de la gestion (débroussaillage et fauche tardive). 7e. Site au même endroit en 2019 (cliché C. Brousseau). 7f. travaux de débroussaillages préparatoires à la fauche (cliché F. Personnaz). 7g. Evolution du nombre de pieds de *Bellevalia romana* par placette de suivi. 7h. Evolution de la densité de rosette par m² de *Bellevalia romana* sur 5 placettes de suivi.

(SFO Pyrénées-Est) depuis 2006 (Kluszczewski, 2008). Les actions visent notamment la conservation d'une population d'*Ophrys tenthredinifera* (figure 6a), espèce classée vulnérable (VU) en France métropolitaine et protégée au niveau national. Chaque année, un chantier de débroussaillage est réalisé : la végétation buissonnante est coupée manuellement et la strate herbacée est fauchée, la biomasse coupée est exportée (Figure 6b). La physionomie de la végétation du site a considérablement changé. En 2006, avant la mise en place de la gestion, une végétation buissonnante dominait le site (Figure 6c). Seuls 15 pieds d'*Ophrys tenthredinifera* étaient alors comptés sur la parcelle (Figure 6e). Avec une fréquence annuelle des chantiers, une pelouse vivace à brachypode rameux s'est reconstituée sur le site (Figure 6d). Il s'agit de l'habitat optimal pour l'espèce comme le montrent les résultats des suivis (Figure 6e). En 2018, 159 pieds étaient dénombrés sur la même station. Les suivis montrent également que le nombre de pieds peut fortement varier en fonction des années, résultats à mettre en lien avec la pluviométrie. Les niveaux des précipitations hivernales sont un des facteurs importants pour le développement de ce type d'espèce précoce (floraison de mars à avril).

Exemple de gestion sur le site des prairies du Pesquié de Lagarde (Ariège)

Le site est connu du CEN Ariège depuis 2006, avec la découverte d'une importante station de *Bellevalia romana* (Figure 7a), espèce protégée en France et classée quasi-menacé (NT) en France métropolitaine. Les contacts pris alors avec le propriétaire permettent d'adapter les pratiques en place (pâturage extensif par 2 à 5 chevaux) en faveur de l'espèce et de vérifier régulièrement l'état de conservation de la station. Le site est mis en vente en août 2014, le CEN Ariège et la Safer accompagnent la vente des parcelles pour que les enjeux relatifs à la zone humide et à la population de *Bellevalia romana* soient pris en compte. Suite au désistement d'un acquéreur, le CEN Ariège achète le bien avec les concours financiers de l'Agence de l'eau Adour Garonne, la Fondation Nature et Découverte et un apport complémentaire via un financement participatif. Les inventaires menés pour l'élaboration du plan de gestion du site ont mis en évidence d'autres enjeux floristiques : *Alopecurus bulbosus* (protégé en région ex-Midi-Pyrénées et classé EN pour la partie Midi-Pyrénées) (Figure 7b), *Eleocharis uniglumis* (protégé en région ex-Midi-Pyrénées), *Fritillaria meleagris* (Figure 7c), *Hordeum secalinum*, espèces déterminantes pour les ZNIEFF et raretés en Ariège. L'ensemble des enjeux observés sur site et l'état de conservation des habitats naturels (*Bromion racemosi*) a incité le CEN Ariège à modifier les pratiques agricoles en place et d'orienter la gestion vers des pratiques de fauche plutôt que de pâturage. Depuis 2018 une convention de gestion a été signée avec un agriculteur local qui procède à une fauche tardive des habitats prairiaux (mi-juillet). Des sessions de travaux de débroussaillage préparatoires à cette gestion ont été effectués en 2017 et 2018 via des chantiers bénévoles ou des chantiers écoles pour permettre le passage de la barre de fauche (Figure 7f). En 2017, 5 placettes permanentes de 4m sur 4m ont été mises en place pour suivre les effectifs des espèces patrimoniales. Il s'agit de compter les nombres d'individus (ou d'estimer le recouvrement

pour les espèces sociales) tous les 2 ans. Ainsi, concernant *Bellevalia romana*, entre 2017 et 2019, il est noté une augmentation globale du nombre de rosettes par placette (figure 7g) et la densité moyenne passe de 4,05 rosettes/m² à 6,8 (Figure 7h). Il s'agira de suivre ces tendances dans le futur, et notamment de faire le lien avec le changement de mode de gestion opéré en 2018 (fauche à la place du pâturage).

Exemple de gestion sur des zones humides communales de Capvern (Hautes-Pyrénées)

Depuis 2014, un pâturage extensif de juin à octobre (chargement pastoral moyen de 0,5 Unité Gros Bétail ou UGB/ha/an) a été mis en place sur 18 ha d'une mosaïque d'habitats naturels humides (tourbières, landes atlantiques, prairie maigres, haies, boisement rivulaires, cours d'eau, etc.). Ce type de gestion, ancienne testée par le CEN MP sur les Monts Lacaunes dans le Tarn (Néri *et al.*, 2013), vise ici à rouvrir des ourlets denses à *Pteridium aquilinum* et certains fourrés arbustifs de *Salix acuminata*, *Frangula alnus* et *Alnus glutinosa*, afin de retrouver des parcours de landes atlantiques et de pelouse atlantiques à enjeux floristiques. Cela permet aussi de convertir des formations humides quasi-monospécifiques à *Molinia caerulea* en pré-paratourbeux ou bas-marais plus diversifiés en plantes patrimoniales. Parmi les plantes favorisées ou apparues durant ces 5 dernières années : on peut citer *Drosera intermedia*, *Drosera rotundifolia*, *Pinguicula lusitanica* et *Rhynchospora alba*. Dans l'avenir, on cherchera à mieux adapter la pression pastorale selon les types d'habitats humides. Dans la mesure du possible, on tentera de la diminuer pour les milieux tourbeux (chargement ciblé de 0,2 UGB/ha/an) et de la maintenir plus élevée pour la mosaïque de landes atlantiques humides et de pelouses hygroclines, où se développe le *Narcissus bulbocodium*, *Pseudarrhenatherum longifolium*, *Gentiana pneumonanthe* et *Simethis mattiazzi*. Ce pastoralisme est possible par la mise en place d'un troupeau spécifique de vaches Highland Cattle appartenant au CEN MP et dont la gestion et le gardiennage sont assurés par un agriculteur local, prestataire du CEN MP. Des actions d'animation sont nécessaires pour sensibiliser les acteurs multiples de ce territoire aux enjeux floristiques du plateau de Lannemezan. Un appui de gestion est également apporté aux éleveurs gérant d'autres zones humides avec la perspective de proposer la mise en place de BRE (Bail rural à clauses environnementales). En lien avec ce pastoralisme extensif, les techniciens du CEN MP gèrent des ex-clos, des clôtures et ont confectionné des passerelles à bovins. Cela permet de préserver les principaux écoulements superficiels d'eaux, ainsi que des habitats tourbeux ou des espèces faunistiques et floristiques sensibles au piétinement et à la pression pastorale. Ce travail a pour but de favoriser certains taxons comme *Isolepis fluitans*, *Littorela uniflora*, *Carex binervis*, *Carex punctata* et *Epipactis palustris*. Des actions ponctuelles d'entretien de ces zones d'exclos par coupe sélective des ligneux ou débroussaillage manuel avec exportation de la biomasse sont menées selon les besoins et l'évolution de l'état des enjeux.

Conclusion

Le bilan de la flore vasculaire des sites gérés par les CEN de la région Occitanie dans les départements pyrénéens montre l'intérêt d'un réseau de sites pour la conservation de nombreuses espèces patrimoniales. Il sera intéressant de faire le même exercice suite à la publication de la mise à jour des listes des espèces ZNIEFF pour l'ensemble de la région Occitanie, ainsi que l'évaluation UICN de la flore vasculaire à l'échelle des Pyrénées afin d'homogénéiser l'évaluation des enjeux de conservation. Les interventions sur les sites sont garanties par des engagements de maîtrises foncières afin d'assurer la pérennité des actions réalisées. La part des propriétés appartenant aux CEN est actuellement faible (1% de la surface de tous les sites). Cette maîtrise foncière par acquisition est le moyen le plus efficace pour conserver les stations des espèces les plus rares ou menacées. Une véritable stratégie d'acquisition foncière ciblée sur les taxons les plus menacés pour le massif est nécessaire avec des moyens de financements spécifiques associés. Les trois exemples de gestion réalisées par les CEN de la région Occitanie en faveur de certaines espèces montrent des résultats positifs et encourageants souvent visibles après plusieurs dizaines d'années d'intervention. Enfin la répartition des sites du réseau des CEN est assez hétérogène selon les départements et les régions biogéographiques. Il y a encore peu de sites actuellement dans les régions montagnardes-alpines. Par exemple, la convention de gestion engagée en 2016 par le CEN L-R sur 1200 ha avec un syndicat de propriétaires privés sur le site de la forêt de Lapazeuil, dans le massif du Madres (Aude) pour la gestion de zones humides aux étages montagnard et subalpin permet de compléter ce réseau de sites à forts enjeux sur le massif des Pyrénées.

Bibliographie

- BOUTELOUP R (2016) Contribution à l'inventaire de la flore des Pyrénées-Orientales. *Mycologie et Botanique* 31: 39-43.
- CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL MÉDITERRANÉEN, DIREN LANGUEDOC-ROUSSILLON (2009) Modernisation des ZNIEFF du Languedoc-Roussillon. *Espèces végétales déterminantes pour la constitution des ZNIEFF (flore vasculaire et bryoflore)*. Méthode et résultats. 54 p.
- CORRIOL G (Coord.) (2013) Liste rouge de la flore vasculaire de Midi-Pyrénées. *Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées*. 16 p.
- KLESCZEWSKI M. (2008) La restauration d'habitat comme stratégie de conservation d'espèces végétales rares : deux exemples du Languedoc-Roussillon (France). - *Odissea Semina* 4 : 3-4. @ : http://www.genmeda.net/uploads/attachments/51/Odissea_Semina_Vol_4.Jul_2008.pdf
- KLESCZEWSKI M (2013) La Laïche de Hartman (*Carex hartmanii* Cajander), taxon nouveau pour la chaîne pyrénéenne. 10th international symposium of Pyreneo-Cantabric mountains botany. Poster.
- NÉRI F & DÉJEAN S (2013) 15 années de gestion par pâturage dans les tourbières des Monts de Lacaune. 4èmes Rencontres Naturalistes de Midi-Pyrénées - Actes du colloque tenu à Albi (Tarn) du 31 janvier au 2 février 2013. *Nature Midi-Pyrénées* (ed.). 2013. 4: 181-184.
- REMAURY M, CORRIOL G, LARGIER G, FLIPO S (coord.) (2004) Modernisation de l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (Znieff) en Midi-Pyrénées. *Listes préliminaires de flore vasculaire, d'habitats et de fonge déterminants*. Conservatoire botanique pyrénéen, DIREN Midi-Pyrénées. Union européenne, 58 p.
- UICN France, FCBN, AFB & MNHN (2018) La Liste rouge des espèces menacées en France. Chapitre Flore vasculaire de France métropolitaine. 32 p.

Apuntes taxonómicos y nomenclaturales sobre las *Pedicularis* Sect. *Rostratae* (Orobanchaceae) pirenaicocantábricas

Ignasi Soriano

Secció de Botànica i Micologia. Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals.
Universitat de Barcelona. Diagonal 643, 08028 Barcelona, isoriano@ub.edu

El género *Pedicularis* L., de distribución circumboreal, está formado por más de 600 especies de hierbas hemiparásitas de talla media a pequeña. Aunque su representación en el ámbito pirenaicocantábrico puede considerarse marginal (10 especies en Flora ibérica y el Atlas de la Flora de los Pirineos), las *Pedicularis* son elementos característicos de diversos hábitats de la alta montaña. La Sección *Rostratae*, la más diversa y compleja en este territorio, reúne una decena de taxones de rango específico o infraespecífico (incluidos algunos híbridos y endemismos), caracterizados principalmente por el labio superior de la corola galeado (en forma de casco) prolongado en el ápice por un rostro de varios milímetros de longitud.

En esta comunicación se plantea la puesta al día de la clasificación de la sección en el ámbito pirenaicocantábrico, la revisión de algunas cuestiones taxonómico-nomenclaturales críticas, así como la designación de tipos nomenclaturales para algunos de los taxones del grupo.

La surveillance des plantes exotiques envahissantes sur le massif pyrénéen, exemple du plan d'actions Midi-Pyrénées

Jérôme Dao¹, Anne-Sophie Rudi-Dencausse¹ & Cyril Cottaz²

¹Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. jerome.dao@cbnmp.fr;

²Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles

Les invasions biologiques végétales dans les milieux de montagne sont peu connues. Plusieurs raisons expliquent ce constat. D'une part, le sujet des invasions biologiques reste assez méconnu des botanistes, et peu étudié sur le massif pyrénéen. D'autre part, le relief montagnard limite fortement le nombre de voies d'introduction des plantes exotiques envahissantes. Enfin, les conditions climatiques extrêmes en altitude semblent peu favorables à l'installation de ces nouvelles espèces. Pourtant, comme le montrent les travaux menés sur d'autres massifs montagneux en Europe et dans le monde, de nouvelles espèces peuvent s'installer et prospérer. Il y a certes moins de routes, moins de voies ferrées, moins de projets d'aménagements, moins d'urbanisation, moins de grandes cultures mais ces voies d'introduction volontaires ou involontaires sont néanmoins présentes en montagne. Le tourisme peut aussi contribuer au déplacement involontaire de certaines plantes. Par ailleurs, la mondialisation fait circuler à travers les continents des espèces de tous milieux, y compris des plantes issues d'autres massifs montagneux. La montagne est perpétuellement bouleversée par des crues, des glissements de terrain ou des fragmentations de roche. Ces milieux remaniés peuvent être très propices au développement de certaines plantes exotiques envahissantes. Enfin, demain, le changement climatique pourrait mettre en concurrence des plantes de communautés végétales fragiles, avec des plantes exotiques envahissantes remontant depuis la plaine. Le Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, dans le cadre du plan d'actions sur les plantes exotiques envahissantes en Midi-Pyrénées, collecte et analyse les données de présence des plantes exotiques sur une partie du massif pyrénéen depuis 2015. Ces travaux pourraient servir de socle à la mise en place d'un futur réseau transfrontalier de surveillance sur le massif pyrénéen pour suivre l'arrivée, la dispersion et l'impact de ces espèces.

Programa PYRCANSEED: conservación *ex situ* de la diversidad florística de las cordilleras pirenaico-cantábricas

Joseba Garmendia¹, Maddi Otamendi¹, Maialen Arrieta¹, Pablo Tejero^{1,2}, Daniel Gómez², Agustí Agut³, Jon Zulaika⁴ & Elinor Breman⁵

¹Sociedad de Ciencias Aranzadi. pyrcanseed@aranzadi.eus; ²Instituto Pirenaico de Ecología. CSIC; ³Jardín Botánico de Olarizu. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz; ⁴Servicio de Flora y Fauna Silvestre. Promoción Económica, Desarrollo Medio Rural y Equilibrio Territorial. Diputación Foral de Gipuzkoa. ⁵Millennium Seed Bank-KEW.

Las cordilleras pirenaica y cantábrica, a lo largo de sus más de 100.000 km² albergan una ingente cantidad de especies vegetales, incluyendo numerosos endemismos. Sin embargo, estas cordilleras no escapan de sufrir factores de riesgo que amenazan esta diversidad. Como ocurre en otras regiones montañosas, las comunidades vegetales de estas montañas son particularmente sensibles a los efectos del cambio climático, y factores como las variaciones de temperatura y regímenes de precipitaciones, la disminución de la cobertura de nieve, las variaciones fenológicas, etc. amenazan con reducir significativamente los hábitats de montaña, provocando la pérdida de muchas especies asociadas. Además, otros factores como la construcción de infraestructuras, cambios en los usos del territorio, la masificación de usos recreativos, etc., están teniendo ya un impacto negativo en la biodiversidad de numerosas zonas de montaña.

En este contexto, se ha desarrollado el programa PYRCANSEED, con el objetivo principal trabajar en la conservación *ex situ* y el estudio de la flora de las cordilleras cantábrica y pirenaica. La recolección y el almacenamiento de colecciones de semillas de alta calidad de plantas de montaña es una herramienta eficaz para asegurar la conservación a largo plazo de una amplia diversidad genética, proporcionando material de propagación para la restauración de hábitats y poblaciones. En la primera fase del programa se prevé recolectar y almacenar, como mínimo, 300 colecciones de semillas de 250 especies de plantas prioritarias (endémicas, amenazadas, catalogadas y raras) y especies clave de Hábitats de Interés Comunitario (amenazadas a nivel europeo). En un inicio las tareas de recolección se centrarán en los sectores oriental de la cordillera cantábrica y central-occidental sur de los Pirineos. En paralelo, se pretende desarrollar varios programas de investigación. Por una

parte, se desarrollarán protocolos comparativos de germinación y cultivo; y por otra, estudios genéticos inter- e intrapoblacionales. Todos estos trabajos ayudarán a monitorear y evaluar el estado de conservación de esta flora, y mejorar el conocimiento sobre su capacidad de adaptación al cambio climático.

Además, se pretende fortalecer las redes de trabajo para la conservación y estudio de la biodiversidad de plantas, mediante la incorporación de nuevos equipos de colaboración en fases sucesivas; con el fin de desarrollar sinergias y abordar de forma conjunta los retos que nos plantea el cambio climático como factor de riesgo para nuestra flora.

Del modelo de déficit al modelo de inmersión. Estudio comparativo de la divulgación en un proyecto científico y en otro de ciencia ciudadana participativa

Sara Arjó¹ & Angel Romo²

¹Verde e Blu membre de la Xarxa d'Educació Pirineus Vius. Betren, Val d'Aran; ²Institut Botànic de Barcelona IBB. CSIC-ICUB. a.romo@ibb.csic.es; angel.romo@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-8135-8570>

Abstract

From the deficit model to the immersion model. Comparative study of dissemination in a scientific project and in another participatory citizen science.

Traditionally, scientific dissemination has been imparted within the framework of the so-called “deficit model”, which involves experts acquiring information on a particular theme and then transmitting it to a public (audience) who lack such knowledge (the scientist must pass this scientific understanding to the recipients).

In contrast to this model, an alternative model has arisen with the changing social, scientific and philosophical trends of our times: the immersion model, which would enter within the philosophical bounds of Win-Win (in this model people become immersed right from the start in this knowledge).

In order to explore both models we have chosen two ongoing projects within the framework of the OPCC (Pyrenean Climate Change Observatory): one regarding scientific research (ICE) and the other, participatory citizen science (CCP).

In both projects we explore 1) the distinct methodologies used to communicate the results (within the social context of the Spanish state administration of the Pyrenees) and 2) the different results obtained, along with the social repercussions resulting from such scientific impartation.

A critical analysis of both models (immersion and deficit) is undertaken. The bridges between them are studied and it is suggested that out of their coexistence new perspectives ought to arise regarding the perception and comprehension of nature.

Both models should have repercussions in the teaching and dissemination of the natural sciences.

Along with these *we can mention* other fields: nature tourism, leisure activities in the country (including artistically creative activities) resulting in fresh personal experiences, personal bonding with the territory, social cohesion and *sensu loci* of the people, group identification, and territorial identity signs, all of these aspects probably developing from this perspective in the near future.

Resumen

Tradicionalmente la divulgación de la ciencia se ha abordado desde el llamado “modelo de déficit”: es decir unos expertos obtienen información sobre un tema y después lo transmiten a unas personas que carecen de los mencionados conocimientos (el divulgador científico debería saber llevar el conocimiento científico de la ciencia a las personas).

Frente a este modelo se alza un modelo alternativo que ha nacido con los cambios sociales, tecnológicos, científicos y filosóficos actuales: el modelo de inmersión, que entraría dentro de las filosofías del Win-Win (en este modelo las personas quedan inmersas desde el principio en el conocimiento científico).

Para explorar ambos modelos se toman dos proyectos en curso del Observatorio Pirenaico del Cambio Climático (OPCC): uno de investigación científica (ICE) y de otro de Ciencia Ciudadana Participativa (CCP).

En ambos proyectos exploraremos: i) las diferentes metodologías empleadas para divulgar los resultados (dentro de contexto social de los Pirineos administrados por el estado español). ii) los diferentes resultados obtenidos y la repercusión social mediante la divulgación científica.

Se lleva a cabo un análisis crítico de ambos modelos (inmersión y déficit). Se estudian los puentes deseables entre ambos y se sugiere que de su coexistencia deberían surgir nuevas perspectivas en la percepción y comprensión de la naturaleza.

Ambos modelos deberían tener su repercusión en la didáctica y la divulgación de las ciencias naturales. Además de en otros campos como: el turismo de naturaleza, actividades lúdicas en la naturaleza (incluyendo actividades creativas como las artísticas) que redundan en nuevas experiencias personales, enraizamiento poblacional con el territorio, cohesión social y *sensu loci* de las personas, pertenencia de grupo, señales identitarias del territorio. Aspectos todos ellos que probablemente tengan su desarrollo desde esta óptica en un futuro próximo.

Introducción

Si partimos de la base de que la *divulgación científica* es la comunicación pública de la ciencia mediante la difusión de los logros científicos a personas no expertas en la materia

y que tienen interés en incrementar su acervo científico, entonces la divulgación de la ciencia debería ser una herramienta básica e imprescindible para incrementar la cultura de las personas. Por este motivo la divulgación tendría que representar una parte importante en todo proyecto de investigación científica financiado con fondos públicos para revertir en beneficio de la sociedad. El buen sistema de divulgación de la ciencia es imprescindible para caminar hacia una sociedad más informada, más respetuosa con el medio ambiente y más capacitada para poder adoptar decisiones con mayor acierto.

La divulgación de la ciencia tiene su propia retórica y herramientas, con el fin de llegar a un público amplio.

En este escenario cabe plantearse la hipótesis: ¿Diferentes aproximaciones al estudio del entorno natural quedan después reflejadas en distintas maneras de divulgarlos?

Para verificar esta hipótesis se realiza un estudio comparativo de la divulgación y difusión de los resultados en dos proyectos del Observatorio Pirenaico del Cambio Climático (OPCC): uno de investigación científica realizada por especialistas (ICE) y de otro de Ciencia Ciudadana Participativa (CCP).

Ambos proyectos están orientados o tienen la finalidad última de evaluar el cambio climático mediante la utilización de seres vivos como bioindicadores.

En un principio se sostiene que la ICE necesita un mayor esfuerzo de difusión y divulgación que la CCP.

En la ICE la ciudadanía, en general, es un sujeto pasivo más o menos permeable a estas informaciones, abordadas por expertos, que con su bagaje cultural, capacidad de obtención de información, potencial para elaborar los datos y transmitirlos, se erigen como únicos protagonistas en la materia (sería un modelo en que se debe hacer un esfuerzo mayor para divulgar los resultados).

En cambio, en la ciencia ciudadana participativa, las personas dejan de ser un objeto pasivo para constituirse en parte esencial en la obtención de datos. Las personas se involucran en programas de seguimiento y de observación sobre el territorio. En él tienen cabida un número muy alto de observadores.

Antecedentes

La divulgación de la ICE se ha abordado básicamente desde el llamado modelo de déficit [Yriart, 1998], que sigue subyaciendo a pesar de los intentos de enmascarar su bondad bajo el paraguas de los modelos democráticos (Escobar 2017; Kullenberg & Kasperowski, 2016) y de buscar nombres alternativos a lo que sigue siendo en el fondo el modelo de déficit (Escobar-Ortiz & Rincón-Alvarez 2019). Los intentos de metaforización, para hacer comprensibles los logros científicos, los esfuerzos por buscar un lenguaje de divulgación apropiado y comprensible que haga más permeables los mundos científico y popular (Galan

2003), no prueban más que, en la práctica, la divulgación no es una tarea sencilla como podría pensarse en un primer momento.

Normalmente nos encontramos, siguiendo el modelo de déficit, muchas veces las personas a las que se pretende llegar poseen una insuficiente base de conocimientos científicos. La ciencia, por el contrario y gracias a la especialización, ha logrado avanzar más rápido y obtener novedosos resultados, que quedan, en el mayor de los casos, inaccesibles y lejanos al público. En este contexto aparece la necesidad de difundir los nuevos conocimientos generados para suplir su déficit o ausencia de conocimiento entre las personas.

En este escenario la divulgación científica necesita tender puentes entre el investigador y el ciudadano de a pie de quien salen los recursos económicos para que el investigador pueda seguir en sus tareas si están financiadas con fondos públicos.

En cambio la CCP no ha tenido que abordar este reto. La CCP incluye de partida con un gran número de potenciales observadores provenientes del público no científico. Consigue que se creen lazos entre mundo científico y social. Permite una gran labor que aumenta la cohesión social. Los participantes, pasan de ser pasivos a activos, éstos entienden mejor cómo se elaboran los trabajos de base, adquieren una experiencia directa de como funcionan los ecosistemas y aporta experiencias personales de observación del entorno. Las personas son participes en la CCP en una serie de tareas que facilitan enormemente la comprensión de cómo se realiza la investigación científica y además generan datos e informaciones útiles para la comunidad científica. Éste (CCP) sería un sistema de recorrido más largo (Bonney *et al.* 2014) que el anterior ICE). Modelo que podría calificarse de modelo de inmersión, donde prevalece la filosofía del todos ganan o del Win-win por la implicación que tienen en él tienen todos los participantes.

¿Que es florapyr?

El proyecto FLORAPYR sienta sus bases en mantener y desarrollar las bases de datos sobre la flora de los Pirineos. Para posteriormente utilizarlas como referentes para poder monitorizar un seguimiento del cambio climático.

El objetivo final es evaluar los impactos, la vulnerabilidad y la adaptación de los seres vivos, en este caso plantas, al cambio climático.

Existe un atlas previo de flora Pirenaica en la plataforma, pero se ha visto que es necesario acabarlo de perfilar, ampliar el área de distribución para ajustarlo a los estudios de clima y ponerlo al día con la finalidad de que el usuario tenga una información lo más actualizada posible. Para hacerlos atractivos se han añadido numerosas fotografías en la segunda versión de la plataforma telemática.

Entre las acciones de FloraPyr cabe destacar las siguientes:

Completar y elaborar un nuevo Atlas de la Flora de las plantas vasculares de los Pirineos. Elaborar el atlas de los briófitos de los Pirineos. Detectar cambios en áreas de distribución

de las plantas pirenaicas. Detectar cambios en la flora de los ventisqueros. Monitorizar el seguimiento en el tiempo de la flora de los ventisqueros de nieve. Elaborar la lista de plantas vulnerables frente al cambio climático y con interés para su conservación. Elaborar la lista roja de la Flora de los Pirineos y de las plantas con interés para su conservación. Este sería un producto o un efecto derivado de este Atlas: la confección de una Lista Roja con las especies de plantas vasculares de los Pirineos que se incluyen en las categorías de la UICN. Además, se trabaja en la elaboración de un catálogo de comunidades vegetales del piso alpino y subalpino. Por otro lado la elaboración de la lista de plantas vulnerables al Cambio Climático (CC). Todo ello pensando en obtener unas herramientas para sensibilizar población y frente del CC.

¿Que es phénoclim?

Los estudios fenológicos han contado tradicionalmente con la participación de voluntarios, que registraban los diferentes estadios fenológicos de las especies observadas; en la actualidad se han revalorizado por su relación con el cambio climático (Beaubien & Hamann, 2011).

El este contexto surge el Proyecto Phénoclim que tiene por objetivo obtener datos de la fenología de las plantas. Nació en los Alpes franceses junto a el Observatoire des Saisons. Con el objetivo de estudiar la fenología las plantas y de sensibilizar al público sobre el impacto del cambio climático. Este programa ofrece materiales didácticos.

Sobre la calidad de los datos fenológicos de plantas obtenidos por la CCP (Fuccillo 2015), parece que estos son óptimos independiente del si son observadores que aportan muchos o pocos datos.

En el marco del Programa Florapyr, se prevé el despliegue del programa de ciencias participativas Phénoclim en los Pirineos apoyándose en una animación dinamizada por miembros de la Red Educación Pirineos Vivos. Red participada por educadores ambientales de toda la cordillera pirenaica en sus dos vertientes e inscrita y administrada por la LPO (Ligue pour la Protection des Oiseaux), organismo concertado con el CBNPMP (Conservatoire Botanique National des Pyrénées et de Midi-Pyrénées) a tal fin.

Resultados y discusión

Rasgos diferenciales de ambos proyectos o estudio comparativo de la CCP y de la ICE quedan reflejados en la logística de la CCP / frente a la ICE, lo cual está sintetizado en los antagonismos siguientes:

- Muchos observadores / Pocos observadores.
- Abarca gran territorio / Abarca territorios más reducidos.
- Datos de observación directa / Datos extraídos con métodos más complejos o elaborados a partir de estimación indirecta

- Elaboración datos simple / Elaboración de los datos es complejo.
- Hay supervisión científica / No hay supervisión científica; a los científicos implicados en el proyecto se les supone “bona fide” con sus propios datos
- Proyecto de fácil acceso al público / Proyecto de difícil acceso al público.
- Jerga científica adaptada a los usuarios / Hay que adaptar la jerga científica al público.
- Datos fáciles de difundir / Datos sofisticadas no siempre fáciles de difundir.
- Preguntas y respuestas simples / Preguntas complejas y resultados que llevan a más preguntas que respuestas.
- Planteamientos sencillos / Planteamientos complejos con resultados que requieren más verificaciones.
- Menos difícil acceso a la financiación / Más difícil acceso a la financiación.

Divulgación en publicaciones CCP/ICE

La divulgación escrita en CCP y en ICE queden reflejados en los antagonismos siguientes:

- Idiomas vernáculos / Inglés standard científico.
- Revistas de gran difusión / Revistas de impacto del Citation Index.
- Llega el gran público / Llega a la comunidad científica.
- Poco valorado por el mundo académico / Muy valorado por el mundo académico.
- Datos fáciles de hacer llegar a los gestores / datos difíciles de difundir.
- Fácil de publicar / Difícil de publicar.

Divulgación en conferencias

La divulgación oral en la CCP y en la ICE queden reflejados en los antagonismos siguientes:

- Idiomas vernáculos / Idiomas vernáculos e Inglés standard científico.
- Discurso narrativo fácil de seguir / Discurso narrativo no siempre fácil de seguir.
- Dirigido al Gran público / Dirigido a la comunidad científica.
- Poco valorado por el mundo académico / Muy valorado por el mundo académico.
- Difícil acceso a congresos y reuniones científicas académicas / Fácil acceso a congresos y reuniones científicas académicas.
- Fácil despertar el interés en el público / Difícil de despertar el interés en el público.

Divulgación del trabajo de campo

La obtención de datos en la naturaleza en la CCP y en la ICE queden reflejados en los antagonismos siguientes:

- Laboratorio y centro de Investigación es la propia cordillera Pirenaica / Centros de investigación y laboratorios habitualmente lejos de los Pirineos.
- Ciudadanos hacen trabajo de campo / Únicamente los científicos hacen trabajo de campo, y muchas veces éste se subroga.
- Ciudadanos al participar en el trabajo de campo entienden mejor la investigación / La comunidad científica no siempre hace partícipes a los ciudadanos de la investigación.
- Se conoce como elaboran los datos / No siempre es conocido como se elaboran los datos.
- Cooperativismo y lazos interpersonales que se crean entre los ciudadanos a lo largo del trabajo de campo / Desarrollo de la carrera científica, ajena a los ciudadanos.
- Reconocimiento social amplio / Reconocimiento únicamente en el mundo académico
- Amplia implicación social / Baja implicación social.
- Se consigue la implicación de las personas con el medio / No contempera, en muchos casos a las personas que en ella viven, ni las sensibiliza, ni les proporciona los medios directos para cuidar y valorar esa naturaleza.

Luces y sombras

La comparativa de la divulgación en la CCP y en la ICE queden reflejados en los antagonismos siguientes:

- Hay un aprendizaje impartido por expertos / No es necesario.
- Hay una supervisión científica de todas las tareas desarrolladas / Hay supervisión los revisores científicos para poder publicar los resultados.
- Esta participación mediante programas de voluntariado requiere procesos de aprendizaje, la supervisión de expertos y la dinamización activa de grupos de trabajo (García *et al.* 2019). Hay una persona dinamizadora (nido de nuevos puestos de trabajo y dinamización sostenible de personal cualificado en territorios alejados de los núcleos científicos) / No es necesario.
- Hay supervisión para elaborar los datos / No hay.
- Hay que conocer psicología y la dinámica de personas y grupos / No es necesario
- Hacían falta programas de difusión social de las actividades / No es necesario.
- Habría una presencia activa en los medios de comunicación para tener más repercusión social / No se contempla siempre la posible repercusión social.

- Actividad que se puede llevar a cabo am baja financiación / Actividad difícil de llevar a cabo con baja financiación.

Futuro

El estudio comparativo de la divulgación en la CCP y en la ICE queden reflejados en los contrapuntos siguientes:

- Posible implicación del mundo escolar / Dificil acceso al mundo escolar.
- Posible implicación de los jubilados / Dificil implicación de los jubilados.
- Implicación de la gente que vive en las áreas de difícil acceso o muy lejos de los centros de investigación / Implica únicamente científicos y supone un gasto en desplazamientos y pernoctas que merma los efectivos para la investigación.
- Arraigo con las peculiaridades del territorio: la naturaleza es el entorno donde vivimos / No hay arraigo de la investigación: la naturaleza es un objeto de estudio. Se cosifica la naturaleza.
- La observación implicará un respeto y valoración de lo que se tiene / Lejos de la realidad natural cercana.
- Participar en un proyecto importante: datos pueden servir al ICE / Datos científicos con difusión restringida.
- Crear cohesión con el territorio / No crea cohesión con el territorio.
- Revalorizar la biodiversidad del territorio, sus peculiaridades y singularidades / No tiene este objetivo.
- Profesionalizar la observación de la naturaleza (posible Creación de nuevos puestos de trabajo dentro de la Cordillera Pirenaica) / No crea esta opción.
- Poner en valor áreas ultraperiféricas con muy baja densidad de población, caso de los Pirineos, y de las personas que viven / No se contempla siempre la posible repercusión social.
- Potenciar el turismo de naturaleza y de la biodiversidad / No tiene esta repercusión social.
- Posibilidades de desestacionalizar el turismo en los Pirineos / No tiene esta implicación.
- Posibilidades de hacer cambiar algunos hábitos, caso del de consumo más fácilmente / Es más difícil cambiar hábitos.

Dos modelos de divulgación: del modelo sistémico de déficit al modelo sistémico de inmersión

La divulgación de la ciencia está en estrecha conexión con otros sistemas sociales algunos más próximos, básicamente educativo, social, etc., pero también con otros algo más lejanos el económico, ético o artístico.

Estas relaciones ilustran la imbricación que existe entre los diferentes sistemas de nuestra sociedad. Sistemas que deberían ser abiertos, fluidos y capaces saber integrar las nuevas informaciones y trasmitirlas al resto de sistemas.

El sistema de divulgación de la ciencia tiene los fines de proporcionar nuevos conocimientos y de contribuir a la formación cultural de aquéllos a los que se dirige. Con la esperanza de que las personas sean mas cultas y puedan a la tomar decisiones más acertadas.

La divulgación de la ciencia revierte en la valoración de las personas generadoras de nuevos conocimientos, en la formación del ciudadano, en la educación ambiental, y todo ello conlleva un incremento del bienestar humano.

Los retornos de la divulgación repercuten en otros sistemas, y pueden así contribuir a cambiar hábitos sociales, formas de percibir el entorno, e incluso ideas sobre prácticas industriales, comerciales, etc.

La idea básica es que los sistemas que interactúan entre ellos generan un flujo de información. Este flujo se puede retroalimentar y modificar el funcionamiento de los otros sistemas que están implicados. Dentro de esta dinámica, los sistemas que acumulan más información presentan más resiliencia a los cambios y son menos vulnerables a las nuevas informaciones (Margalef 1957).

Conclusiones

Si partimos de que es mejor saber que no saber y que es mejor saber más que saber menos, uno de los pilares para construir un mundo más justo y más igualitario es el conocimiento. El conocimiento científico generado con recursos públicos es un logro que debe revertir en de la sociedad y para ello es imprescindible que sea difundido. Con la secreta esperanza de que este conocimiento sea uno de los pilares para construir un mundo más sostenible y coherente.

Ambos proyectos tienen planteamientos diferentes. En la CCP la divulgación va implícita y la realizan de forma directa los participantes en la CCP. En la ICE la divulgación deben hacerla los propios científicos o los especialistas en comunicación científica, con toda la casuística que esto último implica (desconocimiento de la materia, interpretación sesgada de la realidad, ...). Una vez comprobada la eficacia de la CCP y la calidad de los datos que aporta (Van der Velde 2017) ambos tipos de proyectos requieren diferentes modelos

de divulgación, que se complementan. Ambos tipos de investigación deberían coexistir e incluso deberían abarcar nichos diferentes de los temas que abarcan (Burgess *et al.* 2017).

La divulgación científica de los proyectos ICE también debería tener presente aspectos que pocas veces se divulgan. Estos incluirían: lo que se puede esperar de la ICE, cómo se practica, cómo se financia y quién financia, los intereses a los que responde y los resultados que genera. Tanto efectos beneficiosos o positivos para la sociedad, como usos inadecuados e impactos imprevisibles y no deseados.

La ICE necesita la financiación pública y privada. Está afectada por las prioridades de los grandes retos sociales, y busca el apoyo en diferentes instituciones para su realización. La CCP también requiere sus recursos para poder realizarse. En ella es necesario invertir recursos económicos en el soporte y en la dinamización de los voluntarios (formación, acompañamiento, material educativo, etc...), aunque puede sobrevivir con presupuestos más limitados, gracias al apoyo de las entidades o las organizaciones no gubernamentales, que tienen sus medios propios que hacen más viable su despliegue.

La CCP además puede abrir más fácilmente futuras nuevas sendas donde se dan entrada a disciplinas tales como las artísticas, las actividades culturales, y toda una sarta de nuevas experiencias personales.

Ambas CCP y ICE se retroalimentan. La CCP puede abrir nuevas expectativas a la didáctica de la naturaleza, reparto sostenible territorialmente del trabajo cualificado o científico, turismo de naturaleza, actividades lúdicas en la naturaleza y a un variado abanico de experiencias personales. Por otra parte, aspectos como *sensu loci* de las personas, enraizamiento poblacional con el territorio, cohesión social, pertenencia de grupo, señales identitarias del territorio pueden hundir sus raíces en la CCP (Newman *et al.* 2017). Y aprovechamiento de las personas con formación superior que habitan en territorios alejados de los ambientes científicos.

La CCP en futuros escenarios de decrecimiento económico (Peters *et al.* 2017) tendrá un largo recorrido, frente a la ICE básica. Sobre esta última planea la presión de los grandes retos sociales que priorizan obtener resultados prácticos y en un corto plazo de tiempo de las investigaciones. Además de hacer frente a las dificultades para obtener unos recursos económicos cada vez más escasos.

La CCP también se ha considerado como una manera de ahorrar presupuesto y abarcar mayor terreno de prospección en la realización del trabajo de campo por parte de la ICE. Esto nos puede conducir a los efectos perversos que puede tener la ausencia del trabajo de campo en el estudio y las investigaciones sobre los ecosistemas naturales que llevan a término los científicos (Rios-Saldaña *et al.* 2018). Es pues, un reto que se le plantea a la comunidad científica, el trabajo en red y la colaboración con actores con o sin formación académica, que residen en los territorios a estudiar. Sin duda el trabajo en equipos coordinados será un reto interesante en un futuro próximo.

¿Cómo participar?

Phénoclim

Encontrarás toda la información en:

<https://www.opcc-ctp.org/ca/contenido/ciencia-ciudadana-phenoclim>

FloraPyr

Mediante consulta telemática en los portales activos del Atlas:

<http://217.182.90.218/FLORAPYR/src/home/index.php?idma=0>

<http://atlasflorapyrenaea.org/florapyrenaea/index.jsp>

Agradecimientos

Al “Museu dels Pirineus” de Salardú por organizar las jornadas de “Pyrenades” un foro y marco de discusión sobre el futuro del Cambio Climático. A Gérard Largier, por sus valiosos comentarios tras la exposición oral de la presente comunicación. A los voluntari@s que hacen posible los seguimientos de ciencia ciudadana y los científicos que abogan por un cambio de paradigma en la concepción y divulgación de la ciencia.

Bibliografía

- ALONSO PIÑEIRO A (2000) Información, conocimiento, cultura y comunicación. *Arbor*, 658: 259-273.
- ARJÓ S & ROMO AM (2019) Florapyr y Phénoclim: la divulgación en un proyecto científico y en otro de Ciencia Ciudadana, ambos del OPCC. In J. Bou & Ll. Villar editors, Llibre de resums del XII col.loqui internacional de botànica Pirenaica-Cantàbrica. Universitat de Girona 74 pàgines.
- BEAUBIEN EG & HAMANN A (2011) Plant phenology networks of citizen scientists: recommendations from two decades of experience in Canada.. *International Journal of Biometeorology*, 55(6):833-841.
doi: 10.1007/s00484-011-0457-y.
- BONNEY R, SHIRK JL, PHILLIPS, T.B; WIGGINS A.; BALLARD³, H.L.; MILLER-RUSHING, A.J.; PARRISH JK (2014) Next Steps for Citizen Science. *Science* 28: 343: 1436-1437. DOI: 10.1126/science.1251554
- BURGESS, H.K.; DEBEY, L.B.; FROELICH, H.E.; SCHMIDT, N.; THEOBALD, E.J.; ETTINGER, A.K.; RIS, J.H.; LAMBERS, J.; TEWKSBURY, J.; PARRISH JK (2017) The science of citizen science: Exploring barriers to use as a primary research tool. *Biological Conservation* 208: 259-273.
- ESCOBAR JM (2017) El problema del déficit en los modelos democráticos de divulgación Científica. *Arbor Ciencia, pensamiento y Cultura* 193-785, a 4007.
- ESCOBAR-ORTIZ JM & RINCÓN-ALVAREZ A (2019) La divulgación científica y sus modelos comunicativos. Algunas reflexiones teóricas para la enseñanza de las Ciencias. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales* 10(1): 135-154.

- FUCCILLO KK, CRIMMINS TM, DE RIVERA CE & ELDER TS (2015) Assessing accuracy in citizen science-based plant phenology monitoring. *International Journal of Biometeorology*, 59: 917-926.
- GALAN C (2003) La ciencia en zapatillas: análisis del discurso de divulgación científica. *Anuario de estudios filológicos* 26: 137-156.
- GARCÍA B, SILA JL, TEJERO P, PARDO I & GÓMEZ D (2019) Tracking the long-term dynamics of plant Diversity in Northeast Spain with a network of Volunteers and Rangers. *Regional Environmental Change* 19: 391-401.
- MARGALEF R (1957) La teoría de la información en ecología. *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, XXXII (13). Barcelona.
- MARCOS A & CALDERÓN F (2002) Una teoría de la divulgación de la ciencia. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, vol. 3, núm. 7: 7-40.
- NEWMAN G, GRAHAM JA, CRALL A & LAITURI M (2011) The art and science of multi-scale citizen science support. *Ecological Informatics*, 6: 217-227
- KULLENBERG C & KASPEROWSKI D (2016) What Is Citizen Science?. A Scientometric Meta-Analysis. *PLoS ONE* 11(1): e0147152. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147152>.
- DUNCAN C, MCKINLEY AJ, MILLER-RUSHING HL, BALLARD C, RICK BONNEY D, HUTCHBROWNS, SUSAN C. COOK-PATTON, DANIEL M. EVANS, REBECCA A. FRENCH, JULIA K. PARRISH, TINA B. PHILLIPS, SEAN F. RYAN, LEA A. SHANLEY, JENNIFER L. SHIRK, KRISTINE F. STEPENUCK, JAKE F. WELTZINK, ANDREA WIGGINS, OWEN D. BOYLE, RUSSELL D. BRIGGS, STUART F. CHAPIN III, DAVID A. HEWITT, PREUSS & MICHAEL A (2017) Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection. *Biological Conservation* 208: 15-18.
- PALMA H (2004) Notas preliminares a (una teoría de) la divulgación científica. In: Wolvelsky, E. *Certezas y controversias*, Buenos Aires, Libros del Rojas/Eudeba.
- PETERS CB, Y. ZHAN, M.W. SCHWARTZ, L. GODOY HL & BALLARD HL (2017) Trusting land to volunteers: How and why land trusts involve volunteers in ecological monitoring. *Biological Conservation*, Volume 208: 48-54
- RÍOS-SALDAÑA CA, DELIBES-MATEOS M & FERREIRA C (2018) Are fieldwork studies being relegated to second place in conservation science? *Global Ecology and Conservation* 14: e00389 - <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2018.e00389>.
- ROMO AM (2019) Les plantes, ens passen desapercebudes?. Una enquesta a escolars sobre Plantes. *Miconia* 3: 53-63.
- TERRADEZ J & ARAUZO I (2018) El canvi climàtic als Pirineus: impactes, vulnerabilitat i adaptació. *OPCC-CTP*. 149 pàg.
- YRIART, M. (1998). "CPCT-Berlín: Una década de estudios sobre comunicación social de la ciencia", Buenos Aires.
- VAN DER VELDE T, MILTON DA, LAWSON TJ, WILCOX C, LANSDELL M, DAVIS G, PERKINS G & HARDESTY BD (2017) Comparison of marine debris data collected by researchers and citizen scientists: Is citizen science data worth the effort?. *Biological Conservation*, 208:127-138

How alpine landscapes enhance contrasting vegetation mosaics and flora in the Pyrenees

Josep M. Ninot, Estela Illa & Empar Carrillo

¹Institut de Recerca de la Biodiversitat (IRBio) & Dept. de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals, Universitat de Barcelona. jninot@ub.edu

Abstract

Alpine landscapes include strong abiotic gradients, which promote the coexistence along short distances of varying plant communities. Here, we analyse the vegetation of the alpine belt of the Catalan and Andorran Pyrenees through functional plant traits, to better understand plant diversity as coupled with the varying alpine landscapes. For this purpose, we used 800 phytosociological relevés to characterize the associations in terms of plant traits, and to relate them to species diversity and functional properties.

Most of the community-types assessed reflect the distinct stressing conditions found in alpine environments, and are species-poor at the plot level. This is more evident in particularly limiting environments, such as scree, rocky areas or snowbeds which, however, host many singular species in the biogeographic and functional aspects. Most grassland vegetation reflects better ecological conditions; community-types are species-richer, and include great regional and ecological variation. Alpine heaths respond to the local fitness of a few woody species able to exert dominance through persistence. There is still a lack of knowledge on the actual effect of grazing on the relative role played in contemporary landscapes by alpine heaths and grasslands.

Resumen

Los paisajes alpinos incluyen notables gradientes ambientales, que conllevan la coexistencia de variadas comunidades vegetales en áreas relativamente reducidas. En este trabajo analizamos la vegetación del piso alpino de los Pirineos catalanes y andorranos a través de rasgos funcionales de plantas, con el fin de comprender mejor la interrelación entre diversidad vegetal y la variabilidad del paisaje alpino. Para ello, partimos de 800 inventarios fitosociológicos para caracterizar las asociaciones en base a rasgos funcionales, y para relacionarlas con diversidad específica y aspectos funcionales.

La mayoría de las comunidades reflejan algún tipo de condiciones de estrés, comunes en ambientes alpinos, y resultan pobres en especies a escala de parcela. Esto se hace más evidente en los ambientes más limitantes, como son roquedos, pedrizas o neveros, donde en cambio habitan muchas especies singulares tanto en el aspecto biogeográfico como en el funcional. Los pastos densos traducen en general condiciones más favorables; incluyen asociaciones más ricas en especies, que muestran una gran variabilidad regional y ecológica. Los matorrales alpinos reflejan adaptaciones locales de unas pocas especies leñosas, capaces de ejercer dominancia por el hecho de ser persistentes. Un aspecto todavía poco conocido es hasta qué punto los efectos del pastoreo han condicionado la extensión y el rol que pastos y landas juegan actualmente en los paisajes alpinos.

Introduction

One of the most apparent properties of the alpine landscapes is the contrasting array of plant communities that they include. Although most of these plant communities show moderate species richness, the contrast from one to another in terms of physiognomy, plant composition and ecologic function gives to these landscapes a high overall diversity (Körner, 2003; Onipchenko 2004; Fig. 1). Moreover, they include a number of plant species of biogeographical interest (Braun-Blanquet, 1948; Gómez *et al.*, 2017).

The flora found in the Pyrenean alpine belt reflects the main constraints imposed by high elevation environments through its life-form spectrum, where strong seasonality involving a pleasant growth period favours dominance of hemicryptophytes (Illa *et al.*, 2006). They respond to seasonality renewing all or almost all aboveground structures yearly, a strategy coupled with varying herbivory by farm or wild fauna (Grime, 2001). Other life-forms are mainly found in contrasting habitats, from which those implying particular plant limitations (such as dryness, soil scarcity or shortened growing season) are particularly place for a wide array of chamaephytes (Illa *et al.*, 2006).

Most of the Pyrenean alpine flora is shared with other great mountains of central and southern Europe as a result of repeated interchange throughout Pleistocene cold periods. Other orophytes are restricted to the Pyrenees, mainly secluded in rocky habitats and secondly in grasslands; overall, Pyrenean endemics account for roughly 12% in the alpine belt. Other important chorotypes in the alpine belt are Boreo-Alpine disjuncts, and medio-European (= Euro-Siberian) taxa (Gómez *et al.*, 2017).

The study of the Pyrenean alpine vegetation started in the mid twentieth century, and mainly by Braun-Blanquet (1948). Following the phytosociological method, he established the most common plant associations in the eastern Pyrenees and the regional syntaxonomical scheme. Some decades later, a good deal of particular papers enlarged and deepened this knowledge, mostly referred to the central and eastern sectors (Gruber, 1978; Rivas-Martínez *et al.*, 1991; Carrillo & Ninot, 1992; Carreras *et al.*, 1993; Vigo, 1996; etc.). This has led to a good knowledge of the alpine plant communities in this area, and has facilitated regional syntheses of the Pyrenean vegetation (Ninot *et al.*, 2007 and 2017b).

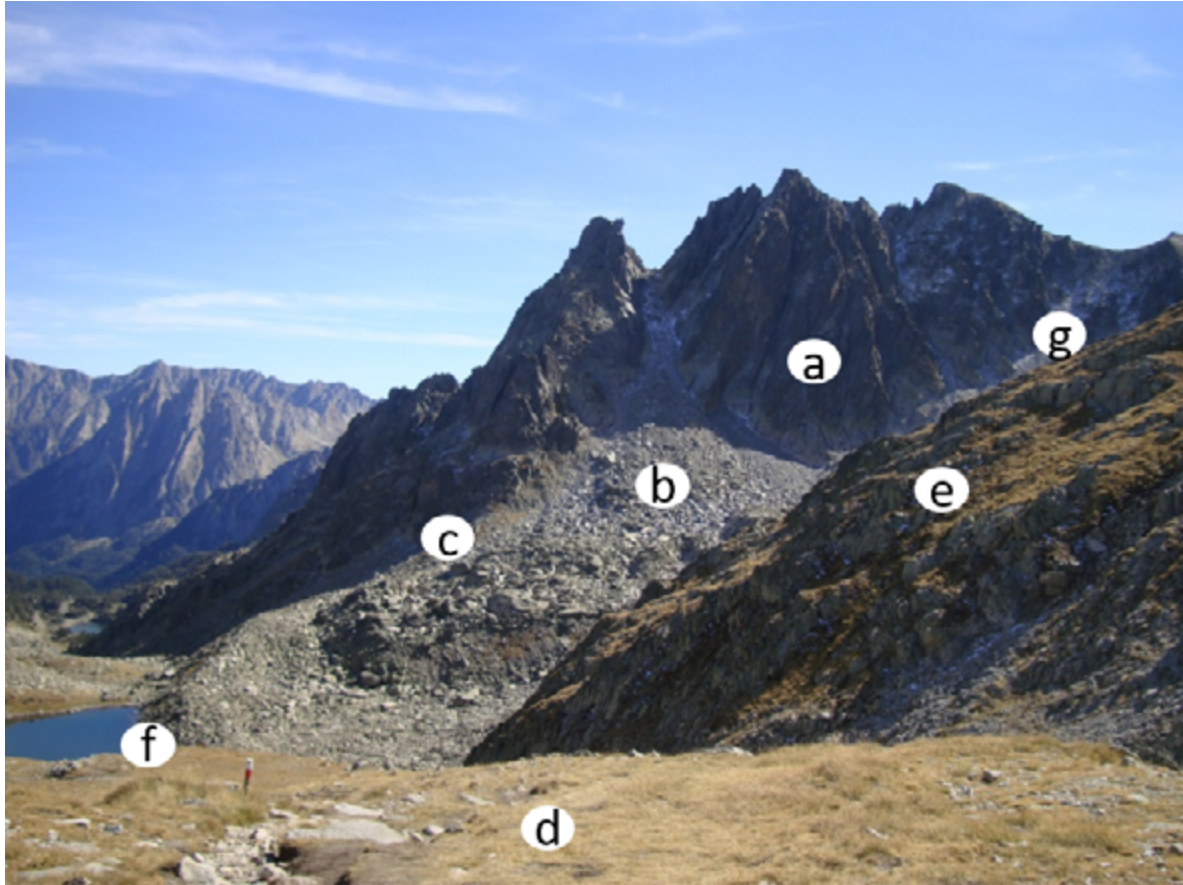


Figure 1. Example of an alpine landscape at the Espot valley, central Pyrenees, where contrasting habitats and plant communities may be found within short distances. Rocky areas (a) and scree (b) cover most of the steeper relieves, together with staircase grasslands (c) and heaths (e); even grassland (d) settle on gentle areas; and water-related ecosystems (f) and snowbeds (g) occur restricted to particular environments.

At the same time, the cumulative knowledge on plant traits grew into a useful tool to address comparative plant ecology (Grime *et al.*, 1988) and led to acknowledge the role played by plant species in structuring vegetation through contrasting plant strategies fitting to distinct environments, and then co-occurring in recurrent plant assemblages (Grime, 2001). Moreover, behind focusing on plant competence as the mechanism structuring vegetation, positive interactions between plants took more relevance as alternative explanatory processes (Pugnaire, 2010). Particularly in stressing environments (e.g., alpine tundra, fellfields) facilitation effects would shape plant communities. Interestingly, this enriched view of vegetation structure incorporates the temporal dimension, since plant-plant interactions change along the ontogeny of individuals. Therefore, plant species play a relevant role in structuring vegetation by means of their functional traits, which are not only response to environment gradients, but also drive vegetation and ecosystem processes (Lavorel & Garnier, 2002; Grime & Pierce, 2012).

In this paper we use the example of the alpine vegetation of the Catalan and Andorran Pyrenees to illustrate how phytosociology, behind a classification tool, is a strong framework for analysing the relationship between plant cover and environment, and thus for understanding plant diversity through the varying alpine landscapes.

Materials and method

For this purpose, we used 800 phytosociological relevés gathered in a vegetation databank (Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya; Font, 2009) which have been classified into 46 community-types (associations). Then we have characterized the associations assessing the most frequent plant species by means of a wide scope of traits, summarized at the relevé level, and then at the association level.

Then we selected nine plant traits covering different aspects of plant life, thus making a good approach to a complete plant strategy, and feasible to be assessed for a high number of species. Each trait was split into a number of discrete states or categories:

- Life-form (i.e., nanophanerophytes, suffruticose chamaephytes, diffuse chamaephytes, prostrate chamaephytes, reptant chamaephytes, graminoid hemicryptophytes, non-graminoid hemicryptophytes, geophytes, therophytes)
- Succulence (not at all, semisucculent, succulent)
- Evergreenness (not at all, semievergreen, evergreen)
- Woodiness (not at all, semiwoody, woody)
- Lateral expansion (not at all, few nearby resprouts, few far resprouts, caespitose)
- Dissemination mode (four categories, from closer to farther from the mother plant)
- Seed weight (<0.01 mg, 0.01-0.05 mg, 0.05-0.5 mg, 0.5-5 mg, >5 mg)

These traits were mainly assessed or inferred from standard floras and herbarium material, but seed weight was mainly obtained from own material. Then we built a main table where the 46 community-types were characterized by means of the relative cover achieved by the group of plant species involving any trait state (thus, a table with 46 × 31 cells).

We evaluated the relationships between plant associations on the basis of their adaptive traits through Principal Component Analyses, one for the whole vegetation, and other for the main core group of associations (for more details, see Ninot *et al.*, 2018).

Complementarily, we characterized the plant associations in terms of a few descriptors related to plant structure and function (plant cover, diversity of plant forms), and to plant diversity (species richness, number of endemics), as mean values of the corresponding relevés, thus at plot level.

Results

Vegetation groups based on functional traits

The multivariate ordinations evidenced a few vegetation groups defined by the dominant plant strategies, which could be related with distinct alpine environments. Thus, the first ordination performed showed three vegetation groups; from which one formed a dense cloud contrasting with respect to two more disperse clouds (Fig. 2). One of these corresponded to seven associations of dwarf to taller heaths and other layering communities, whereas the other is formed by ten associations settling on rocky areas, surface waters or snowbeds. The first axis is strongly correlated with woodiness towards its negative part, whereas the second axis express a wide array of functionally unrelated traits (such as graminoids, semisucculents or diffuse chamaephytes; data not shown).

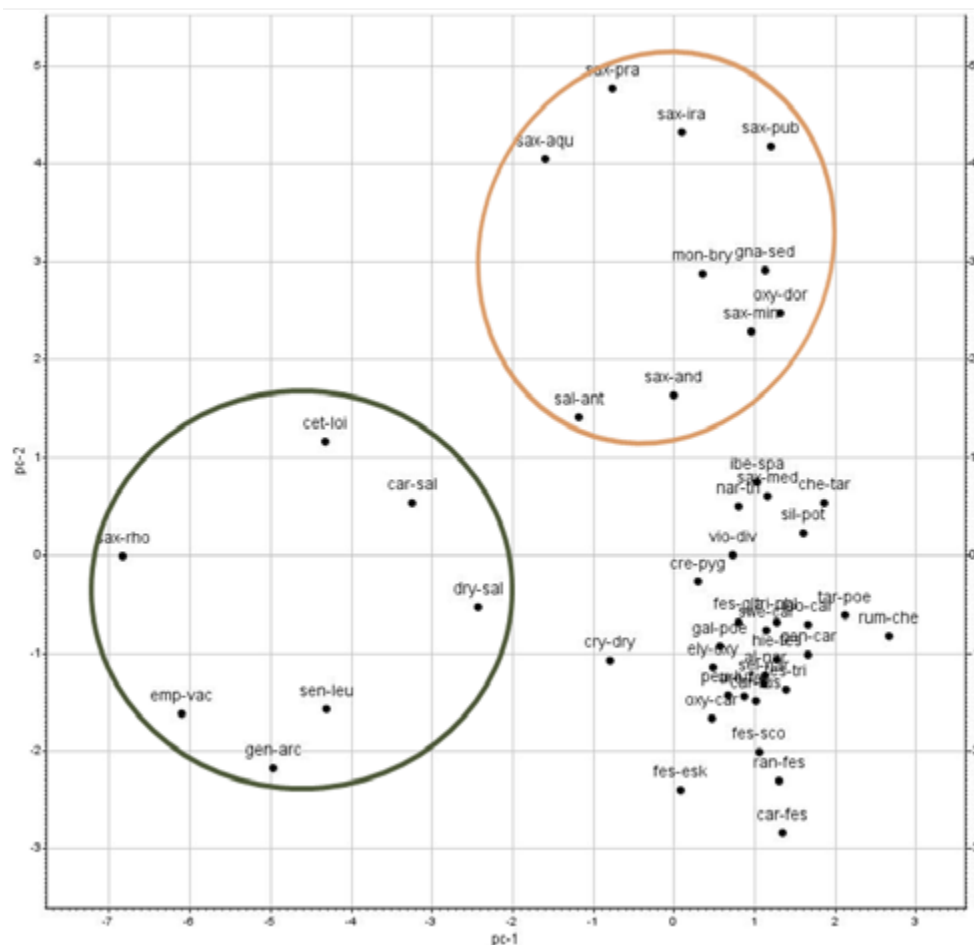


Figure 2. Ordination of the 46 associations (black dots with abbreviated association names) on the two first axes of the first PCA (accounting for 0.209 and 0.162 of total variance, respectively), according to the weight performed by the distinct plant traits. Two vegetation groups appeared detached from a dense cloud of other associations.

The second analysis done within the denser cloud allowed distinguishing four ecological groups (Fig. 3), from which three more peripheral. These peripheral groups correspond to ruderal communities, sparse plant communities settling on gliding scree, and discontinuous grassland adopting a staircase appearance. Finally, the larger group includes a scope of even grassland, from medium-sized dense swards to short open pasture. The first axis is related to plant structure, with graminoid habit in the negative part and creeping chameaphytes and long-distance expansion in the positive part. The second axis expands the difference between dense-turfed graminoids versus other hemicryptophytes (data not shown).

Emergent characteristics of vegetation groups

The vegetation groups above presented showed suggesting trends concerning functional structure and plant diversity at the association level, as shown in Figs. 4 and 5. To better

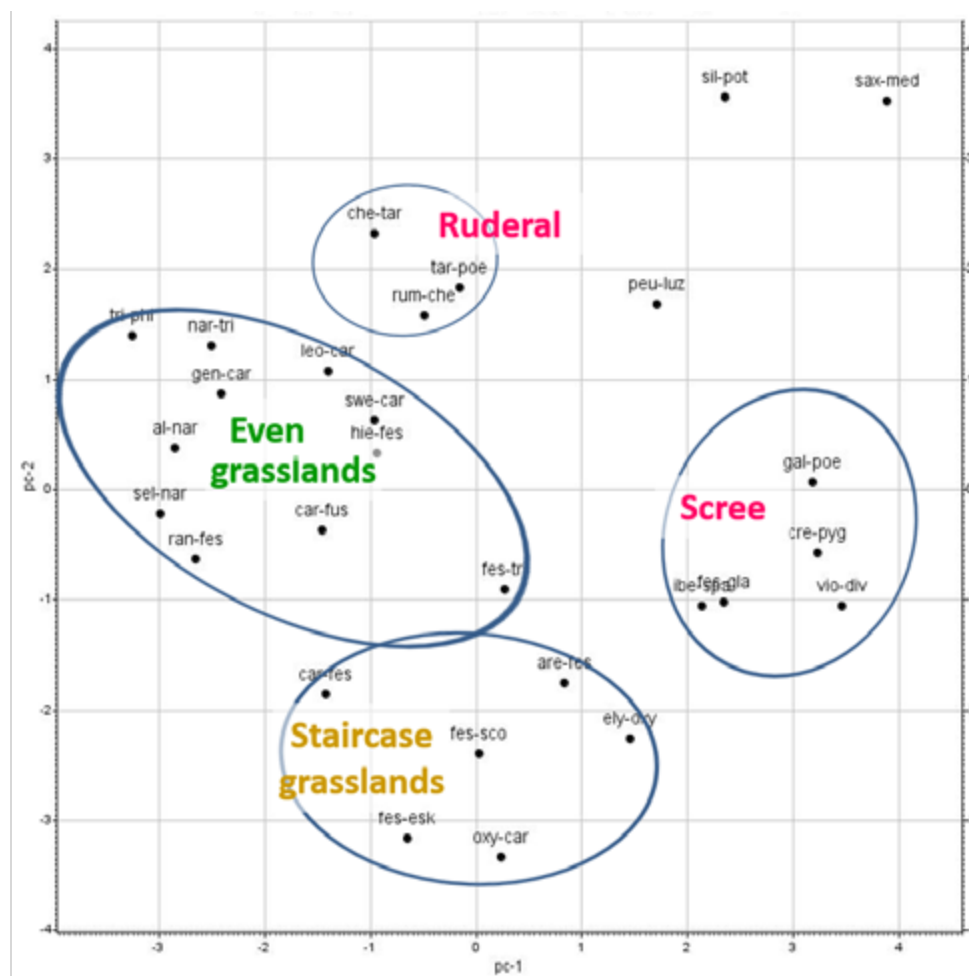


Figure 3. Ordination of the 29 associations from the denser cloud in Fig. 2, on the two first axes of the second PCA (accounting for 0.221 and 0.157 of total variance, respectively), according to the weight performed by the distinct plant traits. Most of them may be distributed into four vegetation groups.

illustrate these trends, we have split some of the vegetation groups evidenced after plant traits into smaller groups, following phytosociological criteria, namely according to the floristic contents of the plant associations.

In the case of structural descriptors (Fig. 4), some vegetation groups reflected the stress conditions where they occur through low plant cover (rupicolous, scree, riverine). The other groups achieved clearly higher values, with minor differences between groups exhibiting distinct physiognomy (e.g., heaths, staircase grasslands, even grasslands). The co-occurrence of different plant forms is a general trend in the alpine associations, given the high values of the Shannon index at plot level. Only the ruderal vegetation and the dense grasslands showed clearly lower values in this index.

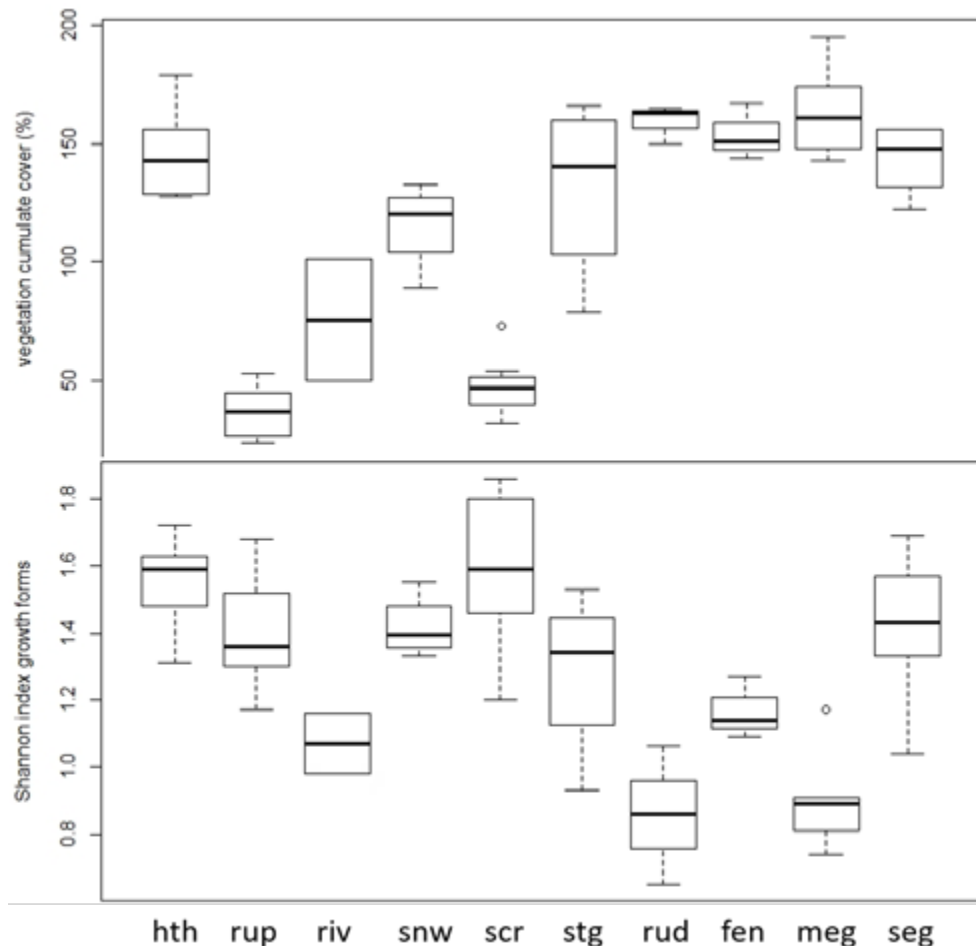


Figure 4. Comparison of vegetation groups in terms of two structural descriptors, cumulative plant cover (top) and diversity of growth forms (bottom) at plot level. These groups correspond partly to those evidenced in figures 2 and 3, and partly to subgroups delimited after phytosociological criteria. The boxplots reflect the distribution of the values for the associations within each group: hth, heaths (5 associations); rup, rupicolous (5); riv, riverine (2); snw, snowbeds (4); scr, scree (8); stg, staircase grasslands (4); rud, ruderal (3); fen, fens (3); meg, dense medium-sized even grasslands (5); seg, open short even grasslands (6).

Species richness and singularity (evaluated as percentage of endemic species) partly followed parallel trends through the vegetation groups, namely richer plant associations include more endemics (Fig. 5). This trend is not so in scree vegetation, where species-poor communities include fair number of endemics; nor in ruderal vegetation, where moderately rich communities are very poor in endemics.

Discussion

The vegetation groups built through general plant traits give support to a number of phytosociological groups, mainly at class level. This works where particular environments drive singular plant traits, thus plant assemblages (e.g., scree, ruderal or heath groups),

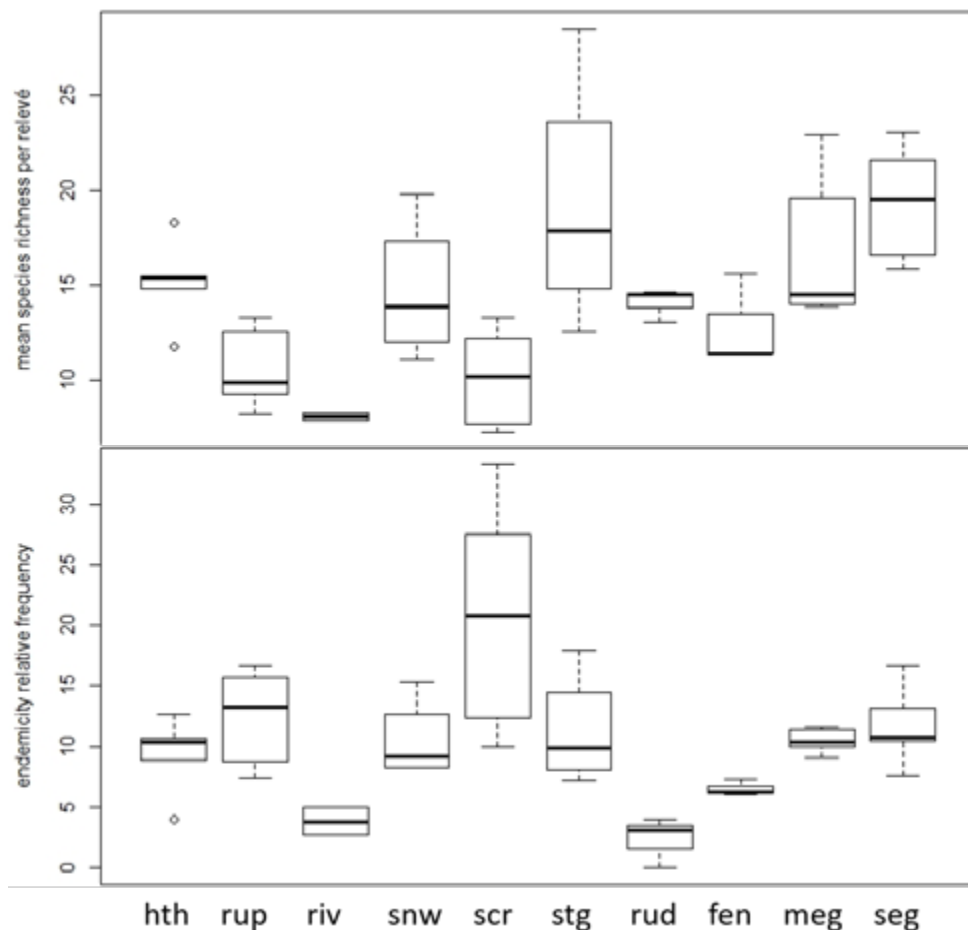


Figure 5. Comparison of vegetation groups in terms of two descriptors of plant diversity, species richness (top) and relevance of endemic species (bottom) at plot level. These groups correspond partly to those evidenced in figures 2 and 3, and partly to subgroups delimited after phytosociological criteria. The boxplots reflect the distribution of the values for the associations within each group: hth, heaths (5 associations); rup, rupicolous (5); riv, riverine (2); snw, snowbeds (4); scr, scree (8); stg, staircase grasslands (4); rud, ruderal (3); fen, fens (3); meg, dense medium-sized even grasslands (5); seg, open short even grasslands (6).

involving physical particularities such as slope dynamics, rock dominance, stronger grazing pressure, or enhanced development for woody habit. However, contrasting stress types such as those found in rocky areas and in semi-submerged vegetation give similar plant assemblages in terms of basic plant forms and traits.

Other main habitat characteristics, particularly those referring to soil richness in carbonate, do not drive particularities in the plant traits assemblages. Thus, contrasting with strong differentiation between calcicole and calciphuge associations, the underlying environmental gradient does not translate into changes in basic plant traits. This is also the case of fens, where particular flora adapted to hydromorphic soils does not bear apparent functional distinction.

According to these findings, the alpine vegetation may be ordered following main stress gradients in the way that Keddy (2005) named 'Centrifugal model of dominant plants according diverging stress factors'. In our alpine case (Fig. 6), the core habitats (i.e., the milder habitats) give advantage to a few potentially dominant species (e.g. *Festuca airoides*, *F. eskia* or *Nardus stricta*) able to structure rather stable plant communities under moderate grazing pressure. These occur on flat or gently sloping areas, coupled with general alpine bioclimate and, typically, neither subjected to singular stress conditions nor to particular disturbance regimes. The dominant graminoids show higher competitive ability and persistence through dense caespitose habit, which is coupled with generalized turnover of above-ground structures. The community strategy here is the response to moderate stress conditions and moderate disturbance by grazing, which results into fair species-rich assemblages from plot to region levels (Gómez *et al.*, 2003; Illa *et al.*, 2006). Some of these associations are taken as climax vegetation (Braun-Blanquet, 1948; Vigo, 1996).

Farther towards different stressing conditions, distinct plant communities hold in the whole high plant diversity and, particularly, plant singularity, as the result of hosting stress-tolerant species, which generally show low competitive ability. These are singular species (endemics, disjuncts) and functional types (pulvinules, semelparous) coupled to one or another stress category, forming species-poor communities at the plot level (Gómez *et al.*, 2003). This is clear for distinct stress categories (such as drought, hydromorphy or shortness of growing season), but also for disturbance (typically, slope dynamics in scree, but also recurrent grazing and manuring in selected pasture areas). The occurrence of woody species (from dwarf to low shrubs) able to form dense stable carpets may be understood as a form of biotic stress for the rest of the plant community, and thus these are similar to plant communities placed in other stressing positions.

The case of woodiness is certainly particular. Although this would not be a functionally relevant plant trait in the alpine belt, it enhances dominance at community level, mainly for plants able to clonal growth. This gives an ecological opportunity for a few dwarf shrubs, either evergreen or deciduous. Taller shrubs (such as *Rhododendron ferrugineum* or *Juniperus communis* subsp. *nana*) seem doomed to evergreenness, a plant trait that involves more investment in persistent leaves (Illa *et al.*, 2017) but that is, together with taller

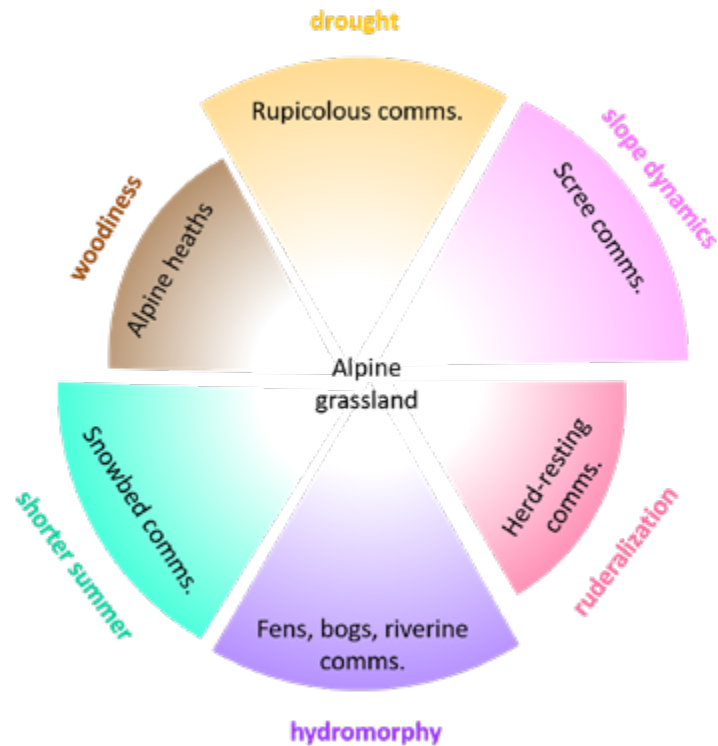


Figure 6. An explanatory model for alpine vegetation according to relevant stress gradients, or disturbance regimes, represented as centrifugal shadowing going from a balanced community-type (i.e., climatic alpine grassland) to diverging environments limiting plant life. The shorter sectors of woodiness and ruderalization reflect limited development of these trends in the alpine belt.

canopies, the basis for higher competitive ability. Other evergreens (*Arctostaphylos uva-ursi*, *Loiseleuria procumbens*) clearly thrive under stressing conditions found in ridges and rocky snowless slopes, grace to their xeromorphous leaves. Deciduous heaths, contrarily, have their opportunity in snowy spots, where shorter growing season is compensated by better soils (Braun-Blanquet, 1948).

In fact, heath vegetation is the only vegetation category within the alpine belt where a few species (taller woody plants) clearly exert a competitive advantage over a wide species pool, and thus may drive plant succession to more steady vegetation. The contemporary prevalence of alpine grassland over heath could be related to very ancient equilibriums driven by grazing pressure (Gassiot *et al.*, 2017). Pre-humanized herbivores and anthropic herds might have extended grassland over alpine heath. The contemporary occurrence of heaths, mainly secluded in more or less rocky areas, could reflect the lower ability of woody species to recover from grazing disturbance. Present encroachment seems to proceed very slowly (or irregularly) in the true alpine belt (Montané *et al.*, 2007; Ninot *et al.*, 2017a)—contrasting with the Arctic tundra (Myers-Smith *et al.*, 2011, Björkman *et al.*, 2018). In spite of the slowness of clonal shrubs to expand, however, cumulative encroachment could mean a deterministic recovery of an ancient ‘shrubby lower alpine belt’.

In some of the stress categories (i.e., slope dynamics, hydromorphy) there is a trend to occur higher number of plant community-types towards growing stress intensity, namely there is a number of associations settling on scree (according to distinct chemical and physical properties of the scree), and fewer grassland types covering sliding slopes or in the core habitat. This may be understood as more determinism in stressing conditions (where abiotic properties drive species-poor communities), and higher prevalence of vegetation structure on the ecosystem under milder conditions.

The strategic scheme of the alpine vegetation shown in Fig. 6 could help at previewing vegetation trends related to the on-going global change, although clear responses are difficult to forecast. On the one hand, rising temperatures and increase in rainfall irregularities (López-Moreno *et al.*, 2009) could affect plant communities presently located in drier environments (rock crevices, shelves) and reduce the occupancy of mesic grassland and heath. However, there is no evidence pointing to a real effect of drought on plant distribution in the alpine. It could really affect the hygrophilous vegetation, by reducing water amounts and dynamics, and more precisely those depending on direct rainfall (i.e., ombrotrophic bogs). More clearly, reduced snowfall and warmer summers endanger snowbed vegetation, as is already recorded in permanent plots of these sensitive plant communities (Illa, 2016). On the other hand, changes in land use through decreasing extensive herding and allowing the expansion of spontaneous or introduced herbivores may drive the alpine landscape to not previewed situations.

Conclusions

The vegetation knowledge acquired through the phytosociology method and gathered in data banks is a very appropriate foundation to functional attempts, since it consists in a species-specific evaluation of plant assemblages, related to distinct environments. The system used relies on the evaluation of relevés (i.e., plot communities) through their species composition, not by their phytosociological adscription. This illustrates how two distinct scientific approximations to plant life add particular, valuable knowledge each, and thus may be used synergistically to improve actual plant knowledge.

High mountain environments involve distinct particular life conditions and processes, which drive particular biological plants and plant assemblages. Processes such as slope dynamics, snowpack accumulation in appropriate spots (i.e., snowbeds) or the maintenance of initial stages of primary succession (i.e., bare rock) generate place for plant species particular in the functional aspects and in their biogeographical status.

Steady alpine habitats, namely gentle slopes neither affected by noticeable slope dynamics nor by other environmental particularities, are mostly place for grassland apparently well-coupled with alpine macroenvironment (i.e., moderately short growing season, moderate grazing pressure), taken as climax vegetation. However, there is still a lack of knowledge on the actual effect of grazing on the spatial distribution of main vegetation types; heath could be actually recovering part of these habitats, mostly in the lower alpine belt.

References

- BJÖRKMAN AD, MYERS-SMITH IH, ELMENDORF SA, NORMAND S ET AL. (2018) Plant functional trait change across a warming tundra biome. *Nature* 562: 57-62.
- BRAUN-BLANQUET J (1948) La végétation alpine des Pyrénées Orientales. *Mon. Est. Est. Pir. e Inst. Esp. Edaf. Ecol. Fisiol. Veg.* 9: 1-306.
- CARRERAS J, CARRILLO E, MASALLES RM, NINOT JM, VIGO J (1993) El poblament vegetal de les valls de Barravés i de Castanesa. I. Flora i vegetació. *Acta Bot. Barcin.* 42: 1-392.
- CARRILLO E, NINOT JM (1992) Flora i vegetació de les valls d'Espot i de Boí, 2. *Arxius Sec. Cièn.* 99(2): 1-350.
- FONT X (2009) Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya. <http://biodiver.bio.ub.es/biocat/>
- GASSIOT B, MAZZUCCO N, CLEMENTE I, RODRÍGUEZ D., OBEA L, QUESADA M, DÍAZ S (2017) The beginning of high mountain occupations in the Pyrenees. Human settlements and mobility from 18,000 cal BC to 2000 cal BC. In: Catalan J, Ninot JM, Aniz MM (eds.) *High mountain conservation in a changing world. Advances in global change research* 62: 75-105. Springer, Cham, Switzerland.
- GÓMEZ D, FERRÁNDEZ JV, TEJERO P, FONT X (2017) Spatial distribution and environmental analysis of the alpine flora in the Pyrenees. *Pirineos* 172, e 027.
- GÓMEZ D, SESÉ JA, VILLAR L (2003) The vegetation of the alpine zone in the Pyrenees. In: Nagy L, Grabherr G, Körner C, Thompson DBA (eds.) *Alpine Biodiversity in Europe. Ecological Studies* 167: 85-92. Springer, Berlin.
- GRIME JP (2001) *Plant strategies, vegetation processes and ecosystem properties.* John Wiley & Sons, Chichester.
- GRIME JP, PIERCE S (2012) *The evolutionary strategies that shape ecosystems.* John Wiley & Sons Ltd. Chichester.
- GRUBER M (1978) *La végétation des Pyrénées ariégeoises et catalanes occidentales.* PhD Thesis, Université Aix-Marseille, III.
- ILLA E (2016) *Estructura funcional de la vegetació alpina dels Pirineus. Resposta de les comunitats als factors ambientals i als efectes del canvi global.* PhD Thesis, University of Barcelona.
- ILLA E, CARRILLO E, NINOT JM (2006) Patterns of plant traits in Pyrenean alpine flora. *Flora* 201: 528-546.
- ILLA E, NINOT JM, ANADON-ROSELL A, OLIVA F (2017) The role of abiotic and biotic factors in functional structure and processes of alpine subshrub communities. *Folia Geobot.* 52: 199-2015.
- KEDDY P (2005) Putting the plants back into plant ecology: six pragmatic models for understanding and conserving plant diversity. *Ann. Bot.* 96: 177-189.
- KÖRNER C (2003) *Alpine plant life. Functional plant ecology of high mountain ecosystems.* 2d ed. Springer. Berlin.
- LAVOREL S, GARNIER E (2002) Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Funct. Ecol.* 16: 545-556.
- LÓPEZ-MORENO JI, GOYETTE S, BENISTON M (2009) Impact of climate change on snowpack in the Pyrenees: Horizontal spatial variability and vertical gradients. *J. Hydrol.* 374(3-4): 384-396.
- MONTANÉ F, ROVIRA P, CASALS P (2007) Shrub encroachment into mesic mountain grasslands in the Iberian Peninsula: Effects of plant quality and temperature on soil C and N stocks. *Global Biogeochem. Cy.* 21, GB4016.
- MYERS-SMITH IH, FORBES BC, WILMKING M, HALLINGER M ET AL. (2011) Shrub expansion in tundra ecosystems: dynamics, impacts and research priorities. *Environ. Res. Lett.* 6: 1-15.
- NINOT JM, CARRILLO E, FONT X, CARRERAS J, FERRÉ A, MASALLES RM, SORIANO I, VIGO J (2007) Altitude zonation in the Pyrenees. A geobotanic interpretation. *Phytocoenologia* 37: 371-398.

- NINOT JM, ANADON-ROSELL A, CARRILLO E, GRAU O, LLORET F, NOGUÉS S, TALAVERA M (2017a) Los arbustos de alta montaña y los cambios de paisaje en el Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici. In: *Proyectos de investigación en parques nacionales 2012-2015*: 209-228. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid.
- NINOT JM, CARRILLO E, FERRÉ A (2017b) The Pyrenees. In: Loidi, J. (ed.) *The Vegetation of the Iberian Peninsula (Plant and Vegetation 12)*: 323-366. Springer, Berlin.
- NINOT JM, ILLA E, CARRILLO E (2018) The Alpine vegetation of the Pyrenees, a contrasting assemblage of plant communities, life strategies, and biogeographic sources. *Botanique* 4: 93-102.
- NINOT J, CARRILLO E, FONT X, CARRERAS J, FERRÉ A, MASALLES RM, SORIANO I, VIGO J (2007) Altitude zonation in the Pyrenees. A geobotanic interpretation. *Phytocoenologia* 37: 371-398.
- ONIPCHENKO VG (ed.) (2004) *Alpine Ecosystems in the Northwest Caucasus*. Geobotany, 29. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht.
- PUGNAIRE FI (ed.) (2010) *Positive plant interactions and community dynamics*. ERC Press. Boca Raton, USA.
- RIVAS-MARTÍNEZ S, BÁSCONES JC, DÍAZ E, FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ F, LOIDI, J. (1991) Vegetación del Pirineo occidental y Navarra. *Itinera Geobotanica* 5: 5-455.
- VIGO J (1996) *El poblament vegetal de la Vall de Ribes. Les comunitats vegetals i el paisatge*. Institut Cartogràfic de Catalunya. Barcelona.

Inventaire des “vieilles forêts” des Pyrénées: définition et conservation

Goux Nicolas¹, Savoie Jean-Marie² & Marc Daniel¹

¹Conservatoire d'espaces naturels de MidiPyrénées. daniel.marc@espaces-naturels.fr; ²Ecole d'Ingénieurs de Purpan. UMR INP 1201 Dynafor

Abstract

“Old-forest” of the Pyrenees were the subject of a first inventory published in 2015 (Savoie *et al.*, 2015). We name like “Old-forest” forest combining ancientness, maturity attributes and the presence of natural dryads specific to their geographic areas. Since 2015, a complement of the inventory has been carried out, both in the mountain area (based on small forest areas and approximately delimited under a 600-meter altitudinal line), and in the Piedmont and towards Plaine Aquitaine until ‘to the limits of the Pyrenees impluvium. Within these 3 perimeters, we present the methodology of characterisation of “old-forests” and results in terms of quality and density in the Pyrenees and the area of influence of the massif on French territory. Areas that are not prospected but for which we have empirical knowledge or data of ancientness are also reported to consolidate the results. Quantities and proportions of “old-forests” that exist for the studied area were presented. Nearly 12 500 ha of these remarkable forests are characterise from which 11 600 ha concern only the Occitanie Pyrenees with a percentage of the forest matrix of between 2 and 7.5%. The “highest” density of these forests occur in central Pyrenees in the departments of 65 and 31. It is undeniably a reservoir of forest biodiversity and “refuge” areas for many species, but does the fragmentation of these forests ensure functionality process? The knowledge of the elements in the plains but also on the Spanish side and Andorran will be valuable to guide a strategy of conservation of “old-forests” and in particular in the perspective of restoring a global connectivity of the Pyrenean forests. In terms of study prospects, we need to focus on the inventory of the Atlantic Pyrenees and the Spanish side (CONNECTFOR project) and complete the panel of natural forests specific to disturbed areas such as gully ravines, alluvial forests, even the Mediterranean forests.

Résumé

Les vieilles forêts des Pyrénées ont fait l'objet d'un premier recensement publié en 2015 (Savoie et al. 2015) dans lequel était faite la compilation des forêts anciennes, ayant comme attributs des critères de maturité et la présence des dryades naturelles propres à ces secteurs géographique. Depuis 2015, un complément de l'inventaire a été réalisé, tant en zone de montagne (basée sur les petites régions forestières et se délimitant approximativement sous une ligne altitudinale de 600 mètres), que sur les secteurs de Piémont et vers la Plaine Aquitaine jusqu'aux limites de l'impluvium des Pyrénées. Au sein de ces 3 périmètres, nous présenterons la méthodologie de sélection des vieilles forêts, la description des investigations réalisées et des secteurs à prospecter, ainsi que les résultats en termes de qualité et de densité des forêts semi-naturelles qui subsistent dans les Pyrénées et l'aire d'influence du massif sur le territoire français. Les secteurs non prospectés mais pour lesquels nous disposons de connaissances empiriques ou de données relatives à l'ancienneté ou aux peuplements sont également signalés pour consolider les résultats. Les résultats présentés ici donnent les quantités et proportions de vieilles forêts qui existent pour l'ensemble de la zone étudiée. Près de 11 600 ha de ces forêts remarquables sont recensés. Parmi ces surfaces, 11 600 Ha ne concernent que les Pyrénées d'Occitanie avec un pourcentage de la matrice forestière compris entre 2 et 7.5 %. Le secteur des Pyrénées centrales sur les départements du 65 et du 31 héberge la plus "haute" densité de vieilles forêts de tout le quart Sud-Ouest de la France. Il constitue incontestablement des réservoirs de biodiversité forestière et des zones "refuges" pour de nombreuses espèces mais la fragmentation de ces forêts permet-elle d'assurer le maintien de l'ensemble des cortèges de manière fonctionnelle ? La connaissance des éléments en plaine mais aussi du côté espagnol et Andorran seront précieux pour orienter une stratégie de conservation des « vieilles forêts » et notamment dans la perspective de restaurer une connectivité globale des forêts pyrénéennes. En termes de perspectives d'études, il nous manque à faire finaliser l'inventaire sur les Pyrénées Atlantiques et le versant Espagnol (projet CONECTFOR) et compléter le panel des forêts naturelles propres à des secteurs perturbés comme les tillaies de ravins, les forêts alluviales, voire les forêts méditerranéennes.

Introduction

La forêt est l'écosystème naturel prépondérant sur le territoire Pyrénéen et sa distribution est naturellement limitée par l'altitude au-delà de laquelle la végétation arborée n'est plus adaptée. Le développement des activités humaines a toutefois largement modifié les forêts de ce territoire, comme partout en Europe (Zanon *et al.*, 2018), à la fois en terme de répartition, de composition ou de structure. Ces modifications ont conduit à une altération du fonctionnement écosystémique des forêts avec notamment un raccourcissement drastique des cycles sylvigénétiques dû à l'exploitation et une fragmentation de la couverture forestière causée par le développement de l'agriculture dont le pastoralisme en montagne. Cet historique a entraîné des conséquences notables sur le maintien des rôles fonctionnels

qu'elles remplissent (Watson *et al.*, 2018). Aujourd'hui, on considère que les forêts primaires, c'est-à-dire des forêts issues de régénération naturelle d'essences natives au sein desquelles il n'y a pas de traces visibles d'activités humaines et dont les processus écologiques ne sont pas significativement affectés (FAO, 2015) ont quasiment disparu d'Europe (Sabatini *et al.*, 2018).

Si dans les Pyrénées, il apparaît évident que l'ensemble du territoire a été parcouru et exploré par l'Homme, certaines zones, le plus souvent localisées dans les endroits les moins accessibles présentent des caractéristiques proches de ces forêts originelles.

Le concept de « vieilles forêts » (Savoie *et al.*, 2015) a été imaginé pour caractériser ces milieux. Il résulte de la concordance de deux facteurs principaux, l'ancienneté et la maturité forestière (Cateau *et al.*, 2015) et fait écho au concept de old-growth-forest (Gilg, 2005).

Dans le massif des Pyrénées, le Groupe d'étude des vieilles forêts pyrénéennes (Brustel *et al.*, 2008) poursuit l'objectif depuis près de 10 ans de caractériser ces espaces sur le massif et vers la plaine en vue de connaître pour mieux préserver les dernières forêts les plus proches d'un fonctionnement naturel. Le travail mené s'est décomposé en plusieurs phases avec dans un premier temps l'étude des caractéristiques de quelques sites remarquables des Pyrénées afin de mieux comprendre leur structure et les enjeux qu'ils représentent (Savoie *et al.*, 2011). Puis le déploiement d'un protocole pour caractériser la maturité forestière et cartographier les secteurs de « vieilles forêts » des Pyrénées de Midi-Pyrénées (Savoie *et al.*, 2015) a été réalisé. Ce travail s'est prolongé depuis 2016 sur les Pyrénées orientales et la plaine de l'ex région Midi-Pyrénées couvrant ainsi de manière large le versant pyrénéen de la région Occitanie (Goux et Savoie coord, 2019).

Le concept de « vieilles forêts »

Depuis de nombreuses années, plusieurs auteurs ont tenté de définir les forêts les plus proches de la forêt dite primaire : **forêts anciennes semi-naturelles** (Kirby et Watkins, 1998); **forêts sauvages** (Bratton et Andrew, 1991) ; **forêts sub-naturelles** (Barthod et Touzet, 1994) ; **forêt naturelles** (Schnitzler-Lenoble, 2002).

Le concept de « **vieilles forêts** », reprend la plupart de ces notions et repose sur deux fondements : l'ancienneté et la maturité considérées comme deux qualités complémentaires des écosystèmes forestiers (Cateau *et al.*, 2015).

L'ancienneté d'une forêt est définie comme la durée sans interruption de l'état boisé en un lieu. Elle implique que le fonctionnement forestier, du peuplement comme du sol, n'a pas été interrompu durant cette période, par exemple par un défrichement et une mise en culture (Cateau *et al.*, 2015).

La maturité d'un peuplement est le degré d'avancement du développement biologique des arbres qui le composent. Le gradient de maturité suit donc les étapes clés du processus de

leur développement (germination, installation, grossissement, vieillissement, sénescence, puis mort) (Cateau *et al.*, 2015).

En premier lieu, une « vieille forêt » est donc dominée par ses dryades naturelles qui correspondent aux essences de maturation présentes naturellement dans les phases sylvigénétiques finales d'un peuplement forestier. Ces dryades seront dépendantes de l'altitude avec une transition de la hêtraie vers la sapinière plus la pineraie à crochet avec l'élévation.

Une « vieille forêt », en l'absence d'exploitation sera témoin de l'ensemble du cycle sylvigénétique, depuis la phase d'établissement d'un peuplement, sa croissance jusqu'à son déclin et sa régénération. Dans le cas d'une hêtraie-sapinière de montagne, ce cycle naturel dure entre 300 et 400 ans. Un peuplement issu de plusieurs de ces cycles se caractérisera notamment par la présence de nombreux bois morts en cours de dégradation issus notamment de la phase de déclin qui persistent tout au long de la régénération (Larrieu *et al.*, 2014; Paillet *et al.*, 2015).

Une caractéristique de ces peuplements de « vieilles forêts » est également la présence en densité importante d'arbres de gros diamètres, notamment des arbres vivants de plus de 70 cm de diamètre. Les études menées sur les dendromicrohabitats montrent notamment que les très gros bois (plus de 70 cm de diamètre) et les très très gros bois (plus de 100 cm de diamètre) hébergent significativement plus de dendromicrohabitats (Larrieu et Cabanettes, 2012). Ces dendromicrohabitats correspondent à l'ensemble de structures portées par un arbre vivant (ex : cavité) ou mort (ex : trou de pic) qui constituent un substrat essentiel pour le développement d'espèces ou de communautés spécifiques (Larrieu *et al.*, 2018). Ils sont donc indispensables à une large part de la biodiversité forestière, en particulier saproxylique mais pas uniquement et leur diversité favorise la possibilité d'accueillir un maximum d'espèces. Principalement associés aux arbres les plus matures et aux arbres morts, ils sont en revanche fortement impactés par la sylviculture (Larrieu *et al.*, 2012).

L'ensemble de ces attributs font de ces « vieilles forêts » des forêts particulièrement riches en biodiversité et notamment des refuges pour de nombreuses espèces associées au bois mort et aux vieux arbres. Plusieurs d'entre elles hébergent les dernières populations de certaines espèces particulièrement rares en France (Savoie *et al.*, 2011).

Le travail de caractérisation des « vieilles forêts » des Pyrénées

L'étude s'est déroulée en trois phases, l'établissement d'un protocole (Savoie *et al.*, 2011), la caractérisation et la cartographie des vieilles forêts des Pyrénées de Midi-Pyrénées (Savoie *et al.*, 2015) et l'expansion de démarche à la plaine de Midi-Pyrénées et aux Pyrénées orientales (Goux et Savoie *coord.*, 2019).

La première a permis d'établir un protocole d'évaluation des sites à partir d'une analyse des données recueillies sur dix sites connus de vieille forêt, sur des indicateurs indirects de biodiversité (peuplement vivant, bois mort, dendromicrohabitats, historique), censés traduire

le potentiel d'accueil du site, et sur des données taxonomiques (flore vasculaire, mousses saproxyliques, lichens, champignons saproxyliques, syrphes et coléoptères saproxyliques) (Savoie *et al.*, 2011). Ce protocole repose sur les mêmes fondements que l'Indice de Biodiversité Potentiel avec lequel il est compatible (Larrieu et Gonin, 2008).

Chaque critère est en revanche étudié de manière approfondie et déplafonnée. En parallèle, une cartographie des sites potentiels était initiée à partir de la connaissance de terrain des partenaires du projet (scientifiques, naturalistes et gestionnaires forestiers) et d'analyses de photos aériennes (©IGN).

Dans un second temps, le protocole a été déployé sur l'ensemble du territoire pyrénéen de Midi-Pyrénées pour évaluer le potentiel d'accueil des sites répertoriés et à cartographier finement ces sites (Savoie *et al.*, 2015). Les données recueillies sur les placettes d'évaluation ont ensuite été analysées afin d'établir une typologie et une hiérarchisation des placettes et des sites.

Enfin, le travail a été poursuivi dans les Pyrénées orientales, sur les secteurs de piémont et vers la plaine Aquitaine jusqu'aux limites de l'impluvium des Pyrénées (Figure 1).

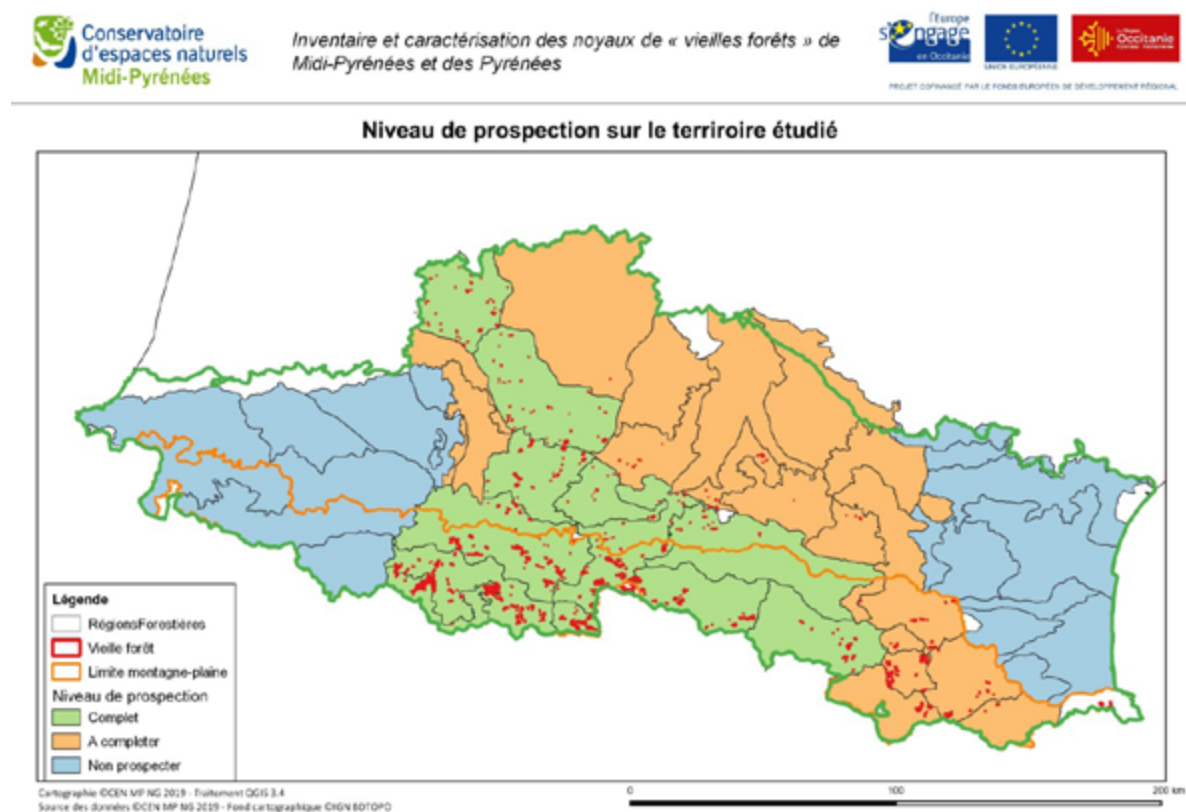


Figure 1. Territoire couvert par l'étude avec en vert les secteurs où la prospection est quasi complète, en orange les secteurs étudiés mais restant à compléter et en bleu les secteurs qui restent à étudier.

Pour chacun de ces sites, des placettes d'évaluation, de 1 ha cadastral repéré au GPS, était positionnées à partir de l'étude des photographies aériennes, dans des zones présentant des couronnes de grande taille et du bois mort apparent.

Sur le terrain, le protocole renseigne d'abord les données des variables stationnelles : altitude, exposition, pente, roche-mère, niveau de richesse chimique et de disponibilité en eau. Le recouvrement des différentes strates est évalué et les essences présentes sont relevées : dryades naturelles et autres espèces, selon les conditions stationnelles de la placette. Les très gros bois (TGB : diamètre > 70 cm), les très gros bois (TTGB : diamètre > 100 cm) vivants et les bois morts (BM) de gros diamètre (> 40 cm), debout et au sol, sont dénombrés. La présence de 16 types de dendromicrohabitats et de 5 classes de décomposition du bois mort, debout et au sol, est notée. La fiche terrain est présentée en annexe 1.

Seules les données quantitatives recueillies sur les placettes d'évaluation ont été traitées statistiquement : nombre de TGB, de TTGB, de BM debout, de BM au sol, de stade de décomposition du bois mort, de types de dendromicrohabitats présents et diamètre du plus gros arbre vivant. Une première analyse a cherché à établir les corrélations entre les indicateurs indirects de biodiversité.

Une classification ascendante hiérarchique, pour chaque grand type de sylvofacès (sapinière, pineraie, hêtraie ou hêtraie-chênaie, hêtraie de plaine), a ensuite permis de créer des groupes de placettes similaires (Figure 2).

L'ACP sur les données de plaine montre pour exemple deux facteurs principaux dans la hiérarchisation des données avec sur l'axe 1, la quantité de bois mort au sol et debout et sur l'axe 2, la quantité de gros bois et notamment les TTGB (arbres de plus de 100 cm de diamètre). A noter que ces deux axes factoriels expliquent plus de 60 % de la variance de

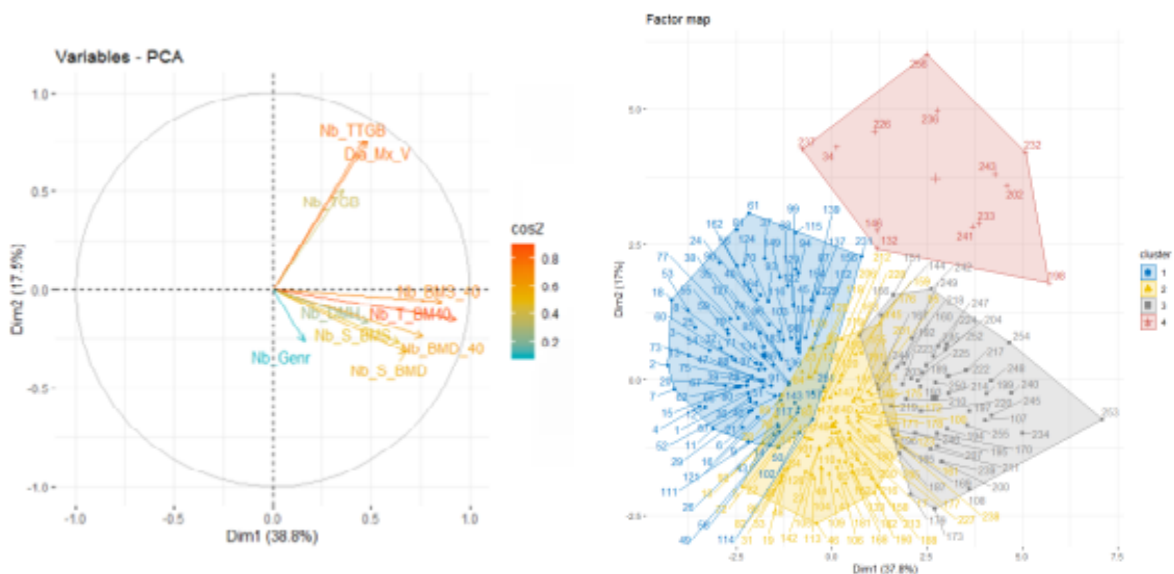


Figure 2. Exemple d'ACP et résultats de la CAH sur les données acquises en plaine, support à l'élaboration d'une typologie.

notre jeu de données et sont indépendants dans notre matrice des corrélations (Figure 3) (Goux et Savoie *coord*, 2019).

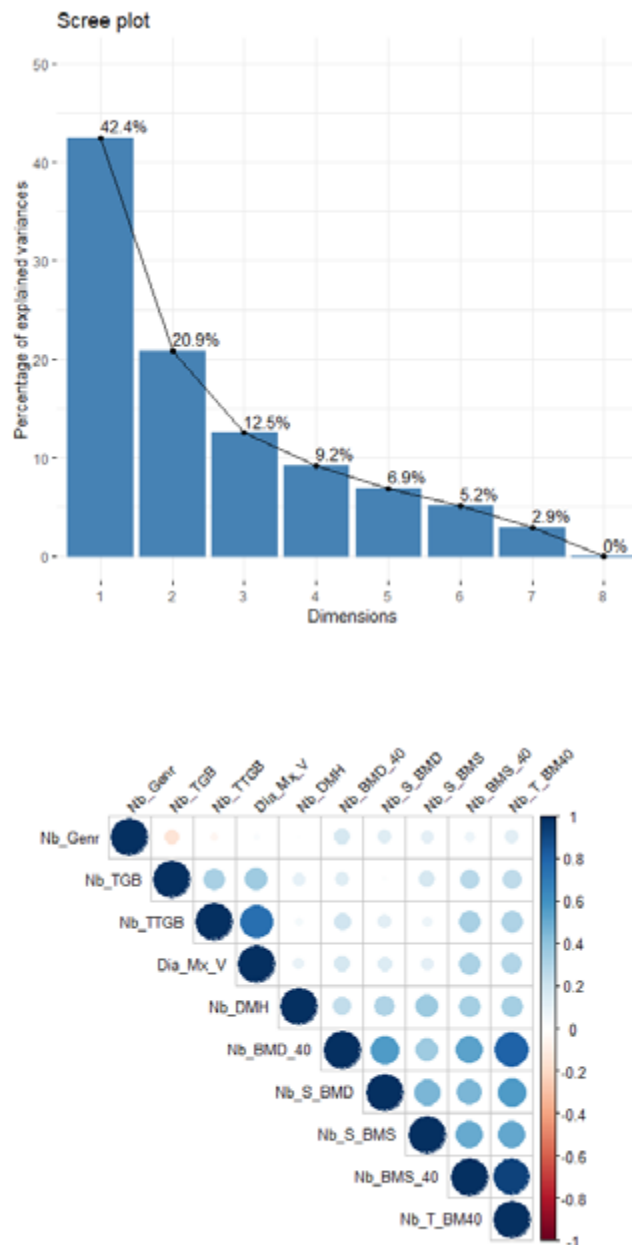


Figure 3. Pourcentage de variance expliqué par chacun des axes factoriels et matrice des corrélations avec Nb_Genr : le nombre d'essences forestières ; Nb_TGB : le Nombre de Très Gros Bois ; Nb_TTGB : le nombre de Très Très Gros Bois ; Dia_Mx_V : le diamètre maximal d'arbre vivant ; NB_DMH : le Nb de dendromicrohabitats ; Nb_BMD_40 : le nombre de bois mort debout de plus de 40 cm Ø ; Nb_S_BMD : la diversité de stade de bois mort debout ; NB_S_BMS : la diversité de stade de bois mort au sol ; Nb_BMS_40 : le nombre de bois mort au sol de plus de 40 cm Ø et NB_T_BM40 : le nombre de bois mort total de plus de 40 cm Ø.

Sur la base des résultats de hiérarchisation, une typologie des placettes selon un gradient de maturité a été établie et déclinée sous forme de clé de détermination pour chaque sylvofaciès (voire exemple sur les sapinières de montagne en Annexe 2) (Savoie *et al.*, 2015 ; Gouix et Savoie *coord.*, 2019).

Les résultats d'évaluation

Quatre types principaux de peuplement ont été caractérisés, 3 en contexte de montagne Pyrénéenne et 1 en contexte de plaine influencé par le bassin versant Pyrénéen.

Dans les Pyrénées (régions forestières du Front Pyrénéen et de la Haute chaîne, au-dessus de 600m d'altitude environ), les sites considérés en tant que « vieilles forêts » doivent remplir les critères suivants :

- **présenter au moins 10 TGB (D >70 cm à 1,3 m) ou TTGB (D >100 cm) par hectare,**
- **présenter au moins 10 bois morts dans la catégorie des GB (D >40 cm), des TGB ou des TTGB par hectare,**
- **ne pas présenter d'indices d'exploitation « récente », tels que des souches aux stades 1, 2 ou 3 de saproxylation.**

On y distingue 3 types de peuplement par leurs dryades naturelles selon l'altitude: **la hêtraie et hêtraie-chênaies ; la sapinière et la pineraie** (Figure 3).



Figure 3 : Exemple de vieille forêt de sapinière à gauche et pineraie à crochet à droite (photos de Savoie JM)

En plaine (sous 600 m d'altitude environ), les peuplements étudiés se basent principalement sur la présence du hêtre et parfois du chêne sessile considéré comme les dryades naturelles

présente sur l'aire d'étude considérée. Les sites considérés en tant que « vieilles forêts » doivent remplir les critères suivants :

- **présenter au moins 5 TGB (D > 70 cm à 1,3 m) ou TTGB (D > 100 cm) par hectare,**
- **présenter au moins 6 bois morts dans la catégorie des GB (D > 40 cm), des TGB ou des TTGB par hectare dont 2 au sol et 2 debout.**

La différence avec les Pyrénées est expliquée par l'aggravation en plaine des deux critères évoqués plus haut (accessibilité qui accroît le rythme de coupes et l'agriculture).

Au total, ce sont près de 780 placettes réalisées qui ont permis d'identifier des massifs représentant près de 12 500 hectares de vieilles forêts avec une distribution non homogène sur le territoire. On observe une densité plus importante dans les Pyrénées avec plus de 11 600 ha représentant près de 4,4 % de la surface forestière considérée comme « vieilles forêts ».

Département	65	31	09	11	66	TOTAL
Surface de VF	4129	3020	1126	1096	2220	11591
% VF	4,7	7,5	0,7	3,2	2,2	4,4

Tableau 1 : Surface de vieille forêt (VF) caractérisé par département et % par rapport à la couverture forestière dans les Pyrénées.

On note toutefois d'importantes disparités en fonction des régions forestières pyrénéennes. Par exemple, on observe un taux de vieilles forêts de plus de 18 % et 10 % dans la « haute chaîne des Pyrénées » du 31 et du 65 contre 1.2 % sur celle de l'Ariège. De manière générale, les vieilles forêts sont plus présentes sur cette « haute chaîne pyrénéenne » où elle représente 4,5 % de la surface forestière en moyenne contre 2,1 % sur le « front pyrénéen ».

En plaine, on estime à moins de 850 ha de vieille forêt pour plus de 92 sites. Cela correspond à moins de 0.5 % de la surface forestière principalement distribuée sur l'Armagnac, l'Astarac et le Lannemezan puis sur les Petites Pyrénées et Plantaurel.

Vers une stratégie de préservation des vieilles forêts d'Occitanie

Les résultats d'inventaires montrent que les sites que nous considérons en tant que « vieilles forêts » restent rares et localisées. Dans les Pyrénées, la plupart des sites sont dans des contextes d'inexploitabilité qui expliquent leur préservation au cours du temps. Plus de la moitié des sites sont situés dans des pentes à plus de 70 % (Savoie et *al.*, 2015).

En plaine, les raisons d'inexploitations sont rarement liées à des difficultés d'accès. Elles sont le plus souvent culturelles ou en lien avec le morcellement forestier. Plus de 70 % des

Distribution des vieilles forêts caractérisées en relation avec la couverture forestière

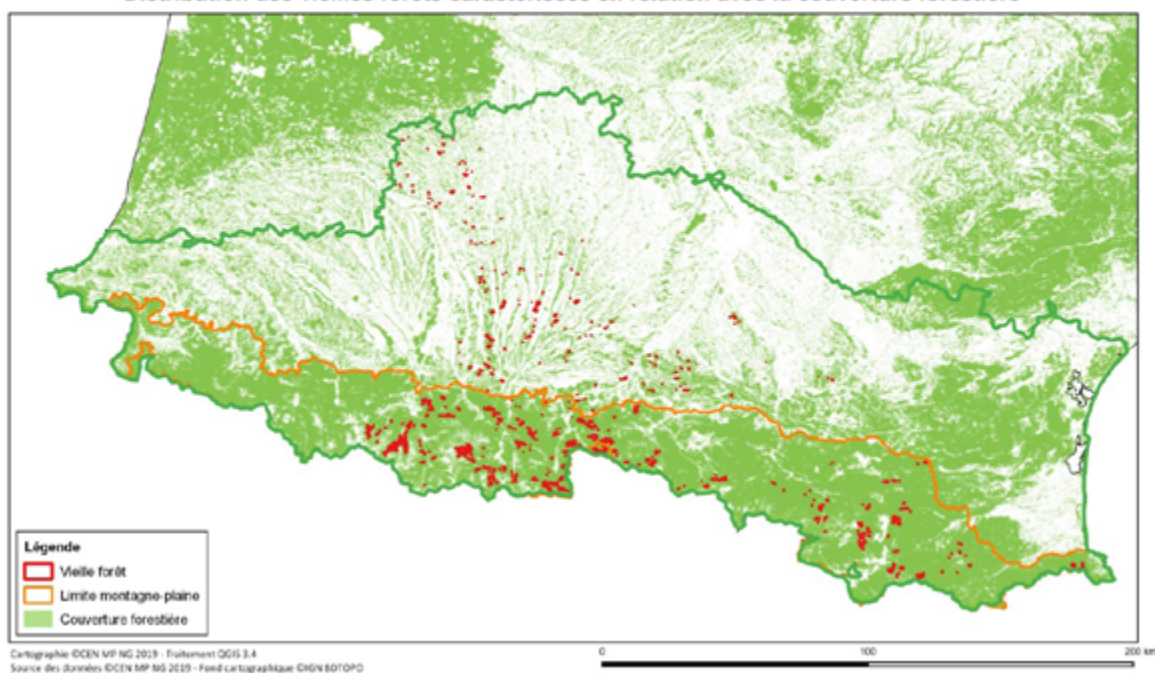


Figure 4. Distribution des vieilles forêts (en rouge) sur le territoire des Pyrénées et de son influence en plaine (en vert la couverture forestière). En vert est délimitée l'aire d'étude et en orange la zone de montagne (DATAR).

sites sont en contexte de forêts privées avec de nombreux patches de quelques hectares tout au plus, parfois oubliés, au grès de successions par exemple. Dans certains secteurs, un lien évident apparaît entre le maintien de petits boisements inexploités et la pratique de loisirs traditionnels comme par exemple la chasse à la palombe.

Toutefois, alors que plus de 35 % des sites font plus de 100 ha dans les Pyrénées, quasiment aucune vieille forêt de cette surface n'est aujourd'hui présente en contexte de plaine.

Si la notion de seuil utilisé dans notre travail pour juger de la qualité de « vieille forêt » reste discutable en l'absence de références sur ce que serait une grande forêt inexploitée dans les Pyrénées et sa plaine, les données acquises apportent une vision pragmatique sur les derniers boisements les plus mûres encore présents. Notons qu'environ 1000 ha des boisements caractérisés sont considérés sans aucune trace d'exploitation. On observe donc que les « vieilles forêts » les plus mûres sont aujourd'hui extrêmement rares, particulièrement en plaine. L'augmentation de la demande de mobilisation en bois dans le dernier Plan National de la Forêt et du Bois constitue une menace pour ces milieux issus de plusieurs centaines d'années de non exploitation. Le développement de techniques de débardage par câbles par exemple rend de plus en plus accessible certains secteurs jusqu'à

présent inexploités. Une vraie prise de conscience et une forte mobilisation doit donc avoir lieu pour sécuriser ces forêts face à tout risque d'exploitation que ce soit via l'outil foncier (ex : acquisition, délégation de maîtrise d'usage...) ou par le développement d'outils pour soutenir les propriétaires visant la préservation de ces milieux (paiements pour services écosystémiques).

La forte fragmentation de ces « vieilles forêts » dans la matrice forestière fait que la plupart d'entre elles constituent aujourd'hui des zones refuges isolées pour les espèces les plus exigeantes envers la maturité forestière, en particulier les organismes saproxyliques.

Il est important désormais d'étudier les moyens d'assurer la connectivité écologique entre ces « vieilles forêts », réservoirs de biodiversité, seul moyen de préserver leur fonctionnalité pour les espèces qui les composent. Des projets émergent en ce sens, dont le projet Poctefa Conectfor, en regroupant à la fois les partenaires Français et Espagnols afin de rendre cohérent à l'échelle de l'ensemble des Pyrénées l'approche des « vieilles forêts » et d'envisager de rétablir cette connectivité.

Enfin, pour finir de compléter le travail à l'échelle d'Occitanie, il est nécessaire de déployer notre approche sur des milieux boisés non considérés dans nos travaux jusqu'à présent mais qui revêtent potentiellement d'importants enjeux comme les tillaies de ravin, les forêts alluviales et les forêts méditerranéennes.

Pour aller plus loin

Goux N. et Savoie J.M. (coordinateurs) Bouteloup R, Corriol G, Cuypers T, Hanneire C, Infante Sanchez M., Maillé S. et Marc D (2019). Inventaire et caractérisation des noyaux de « vieilles forêts de plaine » Pour une continuité de la trame forestière entre Pyrénées et Massif-Central. Rapport final, Conservatoire d'espaces naturels Midi-Pyrénées / Ecole d'ingénieurs de Purpan. 64 p. + annexes (<https://www.cen-mp.org/projets/vieilles-forets/>).

Remerciements

Bouteloup R., Auclair L.-D., Corbi S., Coutand J., Guéniot P., Henniaux C. et Nicolas S. (Conservatoire d'espaces naturels Languedoc-Roussillon), Buralli F. (Parc naturel régional des Pyrénées Catalanes) Corriol G., Hanneire C. et Infante Sanchez M. (Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées), Falbet P. (Nature Comminges — Observatoire des forêts Pyrénéennes), Maillé S. (Nature en Occitanie — Observatoire des forêts Pyrénéennes), Plassart C. et Leal X. (Fédération Aude Claire), Garrigue J. et Pimenta R. (Fédération des Réserves Naturelles Catalanes) et le Centre National de la Propriété Forestière délégation d'Occitanie.

Bibliographie

- BARTHOD CH, TOUZET G (1994) De Strasbourg à Helsinki. Les deux premières conférences ministérielles pour la protection des forêts en Europe. *Revue Forestière Française* XLVI (4) : 319–334.
- BRATTON J, ANDREW J, (1991) Wildlife habitat management - Invertebrate conservation - principles and their application to broad-leaved woodland. *British Wildlife* 2 :335–344.
- BRUSTEL H, CORRIOL G, HAREL M, LARRIEU L, SAVOIE JM, VALLADARES L (2008) Le « Groupe d'étude des vieilles forêts pyrénéennes » Colloque Biodiversité, Naturalité, Humanité - Pour inspirer la gestion des forêts. Chambéry : 27 au 31 Octobre 2008, Poster.
- CATEAU E, LARRIEU L, VALLAURI D, SAVOIE JM, TOUROULT J, BRUSTEL H (2015) Ancienneté et maturité: deux qualités complémentaires d'un écosystème forestier. *Comptes Rendus Biologies* 338 : 58–73.
- FAO (2015) Global Forest Resources Assessment 2015. Terms and definitions. In: *Forest resources Assessment Working Paper 180*, p. 36. FAO, Rome.
- GILG O (2005) Old-growth forests: Characteristics, conservation and monitoring (Atelier technique des espaces naturels). *Habitat Species Manag. Technical report n°74 bis*, 96 p.
- KIRBY KJ, WATKINS C (1998) *The Ecological History of European forests*. CAB International, Oxon.
- LARRIEU L, CABANETTES A (2012) Species, live status, and diameter are important tree features for diversity and abundance of tree microhabitats in subnatural montane beech–fir forests. *Canadian Journal of Forest Research* 42 : 1433–1445.
- LARRIEU L, CABANETTES A, DELARUE A (2012) Impact of silviculture on dead wood and on the distribution and frequency of tree microhabitats in montane beech–fir forests of the Pyrenees. *European Journal of Forest Research* 131 : 773–786.
- LARRIEU L, CABANETTES A, GONIN P, LACHAT T, PAILLET Y, WINTER S, BOUGET C, DECONCHAT M (2014) Deadwood and tree microhabitat dynamics in unharvested temperate mountain mixed forests: A life-cycle approach to biodiversity monitoring. *Forest Ecology and Management* 334 :163–173.
- LARRIEU L, GONIN P (2008). L'indice de biodiversité potentielle (ibp): une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers. *Revue Forestière Française* LX : 727–748.
- LARRIEU L, PAILLET Y, WINTER S, BÜTLER R, KRAUS D, KRUMM F, LACHAT T, MICHEL AK, REGNER Y, VANDEKERKHOVE K (2018) Tree related microhabitats in temperate and Mediterranean European forests: A hierarchical typology for inventory standardization. *Ecological Indicators* 84 : 194–207.
- PAILLET Y, PERNOT C, BOULANGER V, DEBAIVE N, FUHR M, GILG O, GOSSELIN F, (2015). Quantifying the recovery of old-growth attributes in forest reserves: A first reference for France. *Forest Ecology and Management* 346, 51–64.
- SAVOIE J, BARTOLI M, BLANC F, BRIN A, BRUSTEL H, CATEAU E, CORRIOL G, DEJEAN S, GOUIX N, HANNOIRE C, INFANTE SANCHEZ M, LARRIEU L, MARCILLAUD Y, VALLADARES L, VICTOIRE C (2015). Vieilles forêts pyrénéennes de Midi-Pyrénées. Deuxième phase. Évaluation et cartographie des sites. *Recommandations. Rapport final*. Ecole d'ingénieurs de Purpan.
- SAVOIE JM, BARTOLI M, BRIN A, BRUSTEL H, CELLE J, CORRIOL G, HANNOIRE C, HAREL M, LARRIEU L, SARTHOU, V, VALLADARES L (2011) Forêts pyrénéennes anciennes de Midi-Pyrénées. *Rapport final*. Ecole d'ingénieurs de Purpan.
- SCHNITZLER-LENOBLE A (2002) *Ecologie des forêts naturelles d'Europe*. Tec & Doc.
- WATSON JE, EVANS T, VENTER O, WILLIAMS B, TULLOCH A, STEWART C, THOMPSON I, RAY JC, MURRAY K, SALAZAR A (2018). The exceptional value of intact forest ecosystems. *Nature ecology & evolution* 2 : 599–610.
- ZANON M, DAVIS BA, MARQUER L, BREWER S, KAPLAN JO (2018) European forest cover during the past 12,000 years: a palynological reconstruction based on modern analogs and remote sensing. *Frontiers in plant science* 9 :253.

Fiche descriptive des sites de Midi-Pyrénées abritant potentiellement des vieilles forêts (hors Pyrénées)

PLACETTE	N° :	Altitude : m	Exposition :	Pente : %	Masque :																																								
N° de point GPS		Coordonnées : référentiel :		X :	Y :																																								
Climat		Collinéen inférieur <input type="checkbox"/>	moyen <input type="checkbox"/>	supérieur <input type="checkbox"/>	Montagnard inférieur <input type="checkbox"/>																																								
Surface : ha		Note IBP Milieux rocheux :		<table border="1"> <tr><td>T S</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>S</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>A S</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>A F</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>F</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>A H</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>H</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>M</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		T S					S					A S					A F					F					A H					H					M				
T S																																													
S																																													
A S																																													
A F																																													
F																																													
A H																																													
H																																													
M																																													
Milieux rocheux Barre Omb. Barre Non Omb. Eboulis. Bloc. Dalle. Lapiéz : %																																													
Roche / substrat :																																													
Station (à positionner dans l'échogramme ci contre) :		Code DH :																																											
Habitat :		Code Pal. Class :																																											
Recouvrement global de la strate arborescente (> 7 m) : %		Note IBP Stratification :		C - M	Autres																																								
Str. arborescente haute (> 20 m) > 20% <input type="checkbox"/> basse (7-20 m) > 20% <input type="checkbox"/>		<table border="1"> <tr><td>Gros Bois (GB)</td><td>40 - 70</td></tr> <tr><td>Très Gros Bois (TGB)</td><td>70 - 100</td></tr> <tr><td>Tr. Tr. Gros Bois (TTGB)</td><td>> 100</td></tr> </table>		Gros Bois (GB)	40 - 70	Très Gros Bois (TGB)	70 - 100	Tr. Tr. Gros Bois (TTGB)	> 100																																				
Gros Bois (GB)	40 - 70																																												
Très Gros Bois (TGB)	70 - 100																																												
Tr. Tr. Gros Bois (TTGB)	> 100																																												
Strate arbusive (< 7m) > 20% <input type="checkbox"/> Strate herbacée > 20% <input type="checkbox"/>																																													
Parties occupées par les milieux ouverts : %		Note IBP :																																											
A Espèces de maturation présentes et sylvoactifs :																																													
B																																													
R Espèce(s) attendue(s) : - rapport présentes/attendues : %																																													
E Autres espèces observées :																																													
S Note IBP Essences :																																													
DENDRO MICRO HABITATS	Cavités vides de tronc (H > 0,50 m, Ø > 3 cm) <input type="checkbox"/>		de pied, à fond dur (H < 0,50 m, Ø > 10 cm)																																										
	Plages de bois sans écorce, non carié (stade de saproxylation 1 ou 2), de surface > 600 cm ² (format A4) <input type="checkbox"/>																																												
	Cavités à terreau / bois carié (Ø > 10 cm) de tronc (H > 0,50 m) <input type="checkbox"/>		de pied (H < 0,50 m) <input type="checkbox"/>																																										
	Dendrothames (Ø > 10 cm) à fond dur <input type="checkbox"/>		à fond cané <input type="checkbox"/>																																										
	Fentes et écorces décollées sur tronc à plus de 1 m du sol (1 cm < largeur < 5 cm ; profondeur > 5 cm)																																												
	Sporophores de polypores (vol. > 1 œuf) sur bois vivant <input type="checkbox"/>																																												
	sur bois mort debout <input type="checkbox"/>																																												
	au sol <input type="checkbox"/>																																												
	Coulées de sève actives (L > 10 cm) <input type="checkbox"/>		Charpentières ou timés récemment brisée (Ø > 20 cm) <input type="checkbox"/>																																										
	Arbres à bois mort en houppier (> 20% du vol. vivant) ou à grosse branche morte (Ø > 20 cm ; l > 1 m)																																												
Lianes (> 1/3 du tronc) ou gail (> 1/3 du houppier) <input type="checkbox"/>		Accumulations de débris ligneux et/ou de litière <input type="checkbox"/>																																											
Nombre total d'arbres porteurs de dendro micro habitats :																																													
Diversité des stades de saproxylation		du bois mort debout : 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>		du bois mort au sol : 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>																																									
D Y N A M I Q U E	Nb vivants Ø > 50 : Fs Ox		Nb vivants Ø > 60 : Fs Ox																																										
	Nb vivants Ø > 70 : Fs Ox		Sp. / Ø du 1 ^{er} gros Fs Ox		Note IBP ...																																								
	Nb morts sur pied : Ø > 30 Ø > 40		Espèce et Ø du plus gros Note IBP ...																																										
	Nb morts au sol : Ø > 30 Ø > 40		Espèce et Ø du plus gros Note IBP ...																																										
Phase sylvigénétique : initiale <input type="checkbox"/> optimale <input type="checkbox"/> terminale <input type="checkbox"/> de déclin <input type="checkbox"/> de régénération <input type="checkbox"/>																																													
Ancienneté de l'état boisé : carte d'Etat-major : oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> proche <input type="checkbox"/> Note IBP ancienneté :																																													
USAGES																																													
Agro-pastoral <input type="checkbox"/> - Traces terrain <input type="checkbox"/> - Archives <input type="checkbox"/> - Intensité <i>fff - ff - f</i> - Date de fin/Période																																													
Pastoral <input type="checkbox"/> - Traces terrain <input type="checkbox"/> - Archives <input type="checkbox"/> - Intensité <i>fff - ff - f</i> - Date de fin/Période																																													
PASSES																																													
Charbonnage <input type="checkbox"/> - Traces terrain <input type="checkbox"/> - Archives <input type="checkbox"/> - Intensité <i>fff - ff - f</i> - Date de fin/Période																																													
Exploitation <input type="checkbox"/> - Traces terrain <input type="checkbox"/> - Archives <input type="checkbox"/> - Intensité <i>fff - ff - f</i> - Date de fin/Période																																													
Stades de saproxylation des souches : 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>																																													
MENACES																																													
Freins à l'exploitation : distance à la voirie km - ressaut/falaise - instabilité - pente - lapiéz - talweg																																													
difficultés de câblage Milieux aquatiques : ruisseau - source - suintement - borbier Note IBP ...																																													
PROTECTIONS																																													
Statut : Zone Coeur de PN RNN RNR RBI APPD Zone d'adhésion PN Site Natura 2000 RBD PNR																																													
ZNIHF / ZICO Forêt classée Grand Site Aucun statut Site touristique IBP gestion contexte																																													

Annexe 2 : Clé de détermination des types de placettes de Sapinière (Savoie *et al.* 2015)

Figure 15. CLE DE DETERMINATION DES TYPES DE PLACETTES DE SAPINIÈRE

- 0 Au moins une des propositions suivantes vérifiée :
 - . au moins 4 TTGB, 30 TGB et 30 bois morts (BM) / ha, \varnothing du plus gros vivant > 110 cm
 - . au moins 4 TTGB, de 20 à 30 TGB et au moins 50 BM / ha, \varnothing du plus gros vivant > 110 cm 1
- 0 Aucune des propositions précédente vérifiée 2
- 1 Absence de souche et de trace d'exploitation, même très ancienne
 - sapinière à très forte maturité, sans trace d'exploitation
- 1 Présence de souches ou de trace d'exploitation, même très ancienne
 - sapinière à très forte maturité, anciennement exploitée
- 2 Au moins une des propositions suivantes vérifiée :
 - . moins de 4 TTGB, au moins 30 TGB et au moins 30 BM / ha
 - . au moins 4 TTGB, au moins 30 TGB et moins de 30 BM / ha
 - . au moins de 4 TTGB, moins de 30 TGB et au moins 30 BM / ha 3
- 2 Aucune des propositions précédente vérifiée 4
- 3 Absence de souche et de trace d'exploitation, même très ancienne
 - sapinière à forte maturité, sans trace d'exploitation
- 3 Présence de souches ou de trace d'exploitation, même très ancienne
 - sapinière à forte maturité, anciennement exploitée
- 4 Au moins une des propositions suivantes vérifiée :
 - . au plus 3 TTGB, 15 à 30 TGB et au moins 30 BM / ha
 - . au moins 4 TTGB, moins de 15 TGB et au moins 70 BM / ha 5
- 4 Aucune des propositions précédente vérifiée 6
- 5 Absence de souche et de trace d'exploitation, même très ancienne
 - sapinière à assez forte maturité, sans trace d'exploitation
- 5 Présence de souche ou de trace d'exploitation, même très ancienne ; moins de 50 BM / ha
 - sapinière à assez forte maturité, anciennement exploitée
- 5 Présence de souches ou de trace d'exploitation, même très ancienne ; au moins 50 BM / ha
 - sapinière à forte maturité, anciennement exploitée, à nombreux bois morts
- 6 Au moins une des propositions suivantes vérifiée :
 - . absence de TTGB, de 15 à 20 TGB et au plus 30 BM / ha
 - . absence de TTGB, au plus 15 TGB et de 30 à 50 BM / ha
 - . au plus 3 TTGB, au plus 15 TGB et moins de 30 BM / ha
 - ... et absence de souche et de trace d'exploitation, même très ancienne
 - sapinière à maturité la plus faible, sans trace d'exploitation
 - ... et présence de souches ou de trace d'exploitation, même très ancienne
 - sapinière à maturité la plus faible, anciennement exploitée

La roureda de roure de fulla gran al Pirineu català

Jordi Bou & Lluís Vilar

LAGP - Flora i vegetació. Institut de Medi Ambient. Universitat de Girona. C/Ma. Capmany 69, 17003, Girona, jordi.bou.manobens@gmail.com

Abstract

The sessile oak (*Quercus petraea*) is a deciduous tree with a Euro-Siberian distribution. It is widely spread throughout Europe and (as with other Euro-Siberian species that constitute the *Lathyro montani-Quercetum petraeae* plant community) its southern-most distribution limit can be found on the Iberian Peninsula. Most of the sessile oak forests on the Iberian Peninsula are located on the Cantabrian Range and the Pyrenees. The NE Iberian Peninsula forests, in particular, are of special ecological and conservation interest because they grow in a Mediterranean climate and, as such, are on the xeric limit for *Quercus petraea*. In Catalonia (Spain) the sessile oak forests cover 4,823 ha; the majority (85%) of which are in the Pre-Pyrenees and the Pyrenees. This study has analyzed the species composition of the sessile oak forest found on the Catalan Pyrenees using plant community inventories that were carried out between 2016 and 2018. Furthermore, thanks to previous botanists' work on the Catalan Pyrenees, the current state of the sessile oak forest has been able to be compared with their (historical) data. With a mean of 37 species per inventory, the results show that the sessile oak has a lot of biodiversity. The dominant species are Euro-Siberian (68%) and the most common life form are the hemicryptophytes (51%); albeit with notable differences between the locations studied. The most relevant finding is that the composition of the sessile oak forest plant community on the Pyrenees has not, as a consequence of global change, altered a lot over recent decades. This result is the opposite of the patterns that have been observed in the rest of the sessile oak forests in Catalonia which, in turn, highlights the excellent conservation status of some of these forests in the Pyrenees and the need to continue along this path to ensure greater resistance against and resilience to climate change.

Resum

El roure de fulla gran, *Quercus petraea*, és un arbre caducifoli de distribució eurosiberiana àmpliament present a centre Europa, que troba el seu límit meridional de distribució a la Península Ibèrica, com també és el cas d'altres espècies eurosiberianes que conformen la comunitat vegetal *Lathyro montani-Quercetum petraeae*. Aquestes rouredes es troben principalment a la Serralada Cantàbrica i als Pirineus, però són d'especial interès ecològic i de conservació les rouredes del NE de la Península Ibèrica, on les condicions són més mediterrànies, és a dir que es troben en el límit xèric. A Catalunya les rouredes de roure de fulla gran ocupen 4.823 ha, i la majoria es troben al Pirineu i Prepirineu (85%). En el present estudi s'ha analitzat la composició florística de les rouredes de roure de fulla gran al Pirineu català mitjançant l'ús d'inventaris florístics, els quals s'han realitzat entre el 2016 i 2018. Alhora, gràcies al treball previs de diversos botànics al Pirineu català, s'ha comparat l'estat actual de les rouredes, amb el de les darreres dècades. Els resultats mostren que les rouredes de roure de fulla gran són boscos diversos amb 37 espècies de mitjana per inventari. Les espècies dominants són eurosiberianes (68%) i la forma vital predominant són els hemicriptòfits (51%), tot i que hi ha diferències notables entre les localitats estudiades. El fet més rellevant és que la composició florística de les rouredes de roure de fulla gran dels Pirineus no ha canviat gaire durant les últimes dècades com a conseqüència del canvi global. No és pas així a la resta de territori català, la qual cosa posa en rellevància el bon estat de conservació d'alguns d'aquests boscos als Pirineus i la necessitat de que continuï així, per tal de tenir una major resistència i resiliència davant del canvi climàtic.

Introducció

El roure de fulla gran o roure de fulla grossa (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.), és un arbre caducifoli de la família de les fagàcies àmpliament present a Europa. Es tracta d'una espècie eurosiberiana montana que als territoris més mediterrànies del NE de la Península Ibèrica hi troba el seu límit xèric (Bou, 2019). Aquestes rouredes més orientals pertanyen a la comunitat fitosociològica *Lathyro montani-Quercetum petraeae* (Lapraz) Rivas Mart. 1983, de l'aliança *Quercion robori petraeae* Br.-Bl.1932 i de l'ordre *Quercetalia robori petraeae* R. Tüxen 1932, és a dir boscos acidòfils de llocs humits, dominats per plantes eurosiberianes. A Catalunya aquesta comunitat ocupa en total 4.825 ha (Carreras and Ferré, 2012), i representa només el 0,38% dels boscos del territori. Es tracta, doncs, d'un element realment escàs, degut tan a fenòmens ambientals com antròpics, del qual és necessari comprendre la seva dinàmica i com està relacionada amb el canvi global, per tal de poder ser preservat.

El canvi climàtic, és un dels principals components del canvi global. En el cas del NE de la Península Ibèrica s'ha produït i seguirà produint un augment en la temperatura i un canvi en la intensitat i la freqüència de les sequeres (IPCC, 2013), i això tindrà molts efectes directes sobre les plantes, des de canvis fisiològics, fenològics i de creixement, fins a canvis en la vegetació (Peñuelas *et al.*, 2016). Alhora l'escalfament global afavoreix les espècies

termòfiles, les quals es troben més ben adaptades a les condicions més càlides que preveu el canvi climàtic, en detriment d'espècies adaptades a condicions més fredes, produint-se així la termofilització de les comunitats (De Frenne *et al.*, 2013). En el cas del NE de la Península Ibèrica, que es troba en un context de transició entre les regions euro-siberianes i les de clima mediterrani on es preveuen grans canvis (Thuiller *et al.*, 2005), aquesta termofilització s'espera que es produeixi com a una mediterranyització de la comunitat, ja que es podria produir un augment de les espècies mediterrànies i una pèrdua d'espècies de llocs temperats o adaptades al fred, com les de distribució atlàntica i les euro-siberianes (Thuiller *et al.*, 2005; Ruiz-Labourdette *et al.*, 2013). Així doncs, no totes les espècies són igual de vulnerables davant del canvi climàtic. Pel que fa als boscos, els boscos mesòfils temperats, com la fageda i la roureda de roure de fulla gran, reduiran el seu rang de distribució, mentre que els arbres mediterranis seran menys afectats (Benito-Garzón *et al.*, 2008).

Un segon component del canvi global és el canvi en els usos del sòl, i en aquest cas concret els canvis en els aprofitaments dels boscos. I és que, les rouredes han patit una explotació secular durant molts segles a Europa, com a font de fusta i combustible i la substitució de boscos per conreus (Eaton *et al.*, 2016; Bou, 2019). Tanmateix, a mitjans de segle XX aquesta dinàmica va canviar, ja que es produí un procés d'abandonament rural (Ramankutty and Foley, 1999), i un abandonament de les pràctiques agroforestals tradicionals (Boada, 2006). Aquests canvis en els usos van propiciar la substitució d'espais oberts per matollars i boscos tan a Europa (UNEP, 1989; Ales *et al.*, 1992; Debussche *et al.*, 1999; MacDonald *et al.*, 2000; Fuchs *et al.*, 2015) com a Catalunya (Boada, 2002; Vila i Subirós *et al.*, 2006; Gordi, 2009; Pino, 2014; Bou Manobens *et al.*, 2015), on es calcula que en global des del 1990 hi ha un 20% més de bosc (Generalitat de Catalunya, 2015), alhora que clarament s'ha densificant (Lasanta-Martinez *et al.* 2005; Améztegui *et al.* 2010). Aquesta història intensiva d'usos, doncs, ha acabat produint grans canvis en la composició d'espècies de les comunitats vegetals (Brunet *et al.*, 1997; Lenoir *et al.*, 2010), canvis estructurals del bosc (Forest Europe, 2015) i fins i tot pot alterar la distribució de les espècies, tal com passa a Europa amb el mateix roure de fulla gran (Eaton *et al.*, 2016). Actualment gran part de les rouredes de roure de fulla gran se situen en espais naturals protegits, però com que en molts casos es tracta de propietats privades, és necessària una ordenació i planificació sostenible que busqui conservar aquests boscos (Bou, 2019).

En ser poblacions al límit xèric, les rouredes de roure de fulla gran són un bosc singular a Catalunya, amb elevada importància ecològica i de conservació. Per aquest motiu aquest treball té dos objectius principals. En primer lloc conèixer l'estat actual d'aquests boscos al Pirineu i Prepirineu, on es troben la major part de rouredes a Catalunya, per tal de poder valorar-ne la comunitat vegetal que la constitueix i la seva ecologia. I en segon lloc analitzar com ha variat la comunitat vegetal de la roureda de roure de fulla gran en els últims anys, és a dir, avaluar els canvis causat pel canvi global en la composició florística del *Lathyro-Quercetum petraeae*.

Material i mètodes

Àrea d'estudi

Unitats fisiogeogràfiques	Regió	Nº inv.	Altitud mitj. m a.s.l.	Precipitació anual ¹ mm	Temp. mitj. ¹ °C	Temp. màx. ¹ °C	Temp. mín. ¹ °C
Pirineus	Pallars Sobirà (PS)	8	1418.4	812.6	8.0	13.7	2.4
	Vall de Ribes (VR)	10	1131.9	1028.8	9.6	15.8	3.5
	Vall de Camprodon (VC)	4	1269.0	1090.7	9.2	14.3	4.1
	Vall d'Aran (VA)	3	1194.7	1010.4	8.0	13.5	2.5
Prepirineus	Alt Urgell (SU)	2	1325.0	883.3	8.1	14.0	2.2
	Alta Garrotxa (AG)	3	1031.0	1095.1	10.0	15.2	5.0

Taula 1. Localitats estudiades, classificades per regió, amb les característiques ambientals dels punts mostrejats.

¹Variabls climàtiques estimades mitjançant un model georeferenciat (Ninyerola *et al.*, 2000).

Al Pirineu i Prepirineu català, la distribució de les rouredes de roure de fulla gran es restringeix a 4100 ha, tot i que *Q. petraea* és força abundant en altres boscos mixtes (Bou *et al.*, 2016). Fins i tot de forma més aïllada pot ser trobat en boscos d'altres espècies de roure, com en les rouredes de roure martinenc de l'Albera (Bou *et al.*, 2017). Les masses forestals on domina *Q. petraea*, es localitzen principalment al Pallars Sobirà i al Ripollès (Figura 1). Les localitats estudiades es poden diferenciar clarament per dues unitats fisiogeogràfiques, la del Pirineu i la del Prepirineu. En el cas del Pirineu, podem diferenciar les rouredes de més a l'oest a la Vall d'Aran i Pallars Sobirà, i a l'est la Vall de Ribes i la Vall de Camprodon. Pel que fa al Prepirineu, hi ha un conjunt de rouredes a l'Alta Garrotxa, i uns rodals aïllats per l'Alt Urgell. Aquests boscos es troben entre 900 i 1750 m d'altitud, a l'estatge montà humit, és a dir en zones especialment plujoses. Les temperatures mitjanes en les diferents localitats estudiades van de 6.6 a 10.4 °C, i la precipitació anual de 717.2 a 1116.8 mm (Taula 1). Sempre creixen sobre substrat àcid, ja siguin materials granítics, esquistos o gresos i lutites. Tots aquests boscos es troben dins del límit sud de distribució de *Quercus petraea* a Europa, o sigui en el límit xèric. Finalment cal tenir en compte que en gran part dels casos es tracta de boscos amb diferents figures de protecció, des de xarxa Natura 2000 i PEIN, fins a parcs naturals i altres espais naturals protegits.

Disseny del mostreig

S'han realitzat 30 inventaris a les rouredes de roure de fulla gran al Pirineu i Prepirineu català, per tal de d'obtenir una mostra representativa del territori i conèixer així amb detall

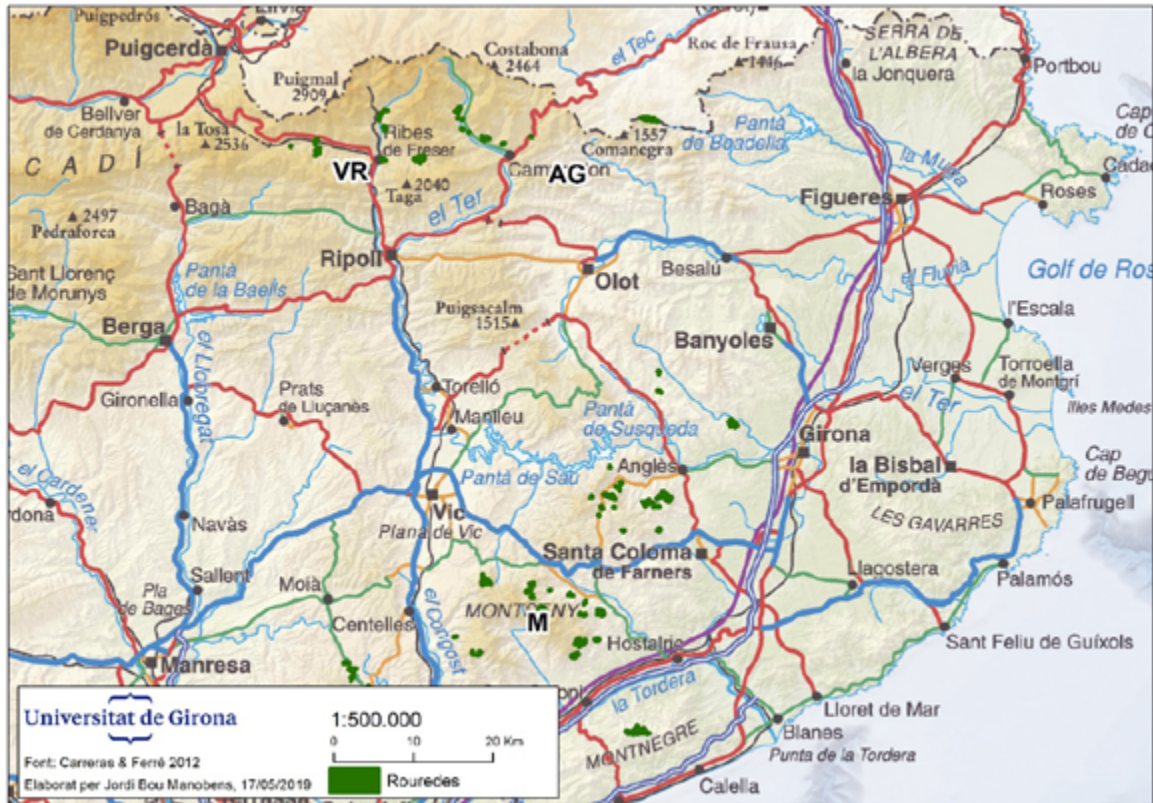


Figura 1 Mapa de les localitats estudiades de roureda de roure de fulla gran (representada segons els LHC de Catalunya).

l'estat actual d'aquests boscos. D'aquests, 22 inventaris s'han utilitzat com a laboratoris naturals per tal d'analitzar com han canviat aquests boscos en les últimes dècades, ja que provenen d'indrets ja prospectats anteriorment (Vigo, 1968, 1996; Bolòs, 1988; Viñas, 1993; Carreras *et al.*, 1995, 1997), la qual cosa ens permet saber com eren les rouredes antigament. L'objectiu, doncs, és comparar els inventaris d'aquests treballs (Taula 2) amb inventaris actuals, i així veure com ha canviat el bosc; per això s'ha hagut de buscar dins d'aquest marc territorial tots els inventaris florístics atribuïts a *Lathyro-Quercetum petraeae* fins a dia d'avui. Un cop seleccionats els inventaris, s'ha fet una recerca sobre les localitats mostrejades, per tal de definir una nova campanya de mostreig, i així inventariar les rouredes i els seu estat actual. Part d'aquesta tasca ha estat possible gràcies als mapes d'hàbitats corresponents (Universitat de Barcelona and Generalitat de Catalunya, 2012), que han permès poder delimitar les masses forestals estudiades, i així acabar de definir els nous punts de mostreig. Els mostrejos de la vegetació actual s'han realitzat durant la primavera, en què s'han dut a terme inventaris florístics en parcel·les de 100 m², seguint el mètode Braun-Blanquet (1979), on s'han identificat la totalitat de les espècies de flora, mitjançant diversos manuals de botànica (Bolòs *et al.*, 2005; Castroviejo, 2012).

Referència bibliogràfica	Publicació	Autors	Regió
Vigo 1996	El poblament vegetal de la vall de Ribes.	Vigo, J.	VR
Carreras <i>et al.</i> 1997	Contribution to the phytocenological knowledge of Pyrenean forest	Carreras, J. Carrillo, E.; Ninot, J.M. & Vigo, J.	SU, PS
Viñas 1993	Flora i vegetació de l'Alta Garrotxa.	Viñas, X.	AG
Carreras <i>et al.</i> 1995	La vegetación de las sierras prepirenaicas situadas entre los ríos Segre y Llobregat. 1- Comunidades forestales (bosques, mantos marginales y orlas herbáceas)	Carreras, J.; Carrillo, E.; Font, X.; Ninot, J. M.; Soriano, I. & Vigo, J.	SU
Bolòs 1988	La roureda acidòfila (<i>Quercion robori-petraeae</i>) a Catalunya	Bolòs, O. de	M
Vigo 1968	Notas sobre la vegetación del valle de Ribes	Vigo, J.	VR

Taula 2. Inventaris històrics utilitzats per l'anàlisi en dels canvis en la comunitat al llarg del temps.

Anàlisi de dades

Per tal de poder analitzar estadísticament els resultats, l'escala Braun-Blanquet dels inventaris s'ha convertit a cobertures (Taula 3), seguint la metodologia de Vigo (2005), essent així possible després de treballar tots els anàlisis estadístiques amb *sowtfare* de R (R Core Team, 2015).

S'han avaluat les diferències en la composició d'espècies dels inventaris florístics, s'ha realitzat un nMDS "nonmetric multidimensional scaling" de l'abundància, on s'ha utilitzat el coeficient de similitud de Bray-Curtis, per a les dades de presència, s'ha fet servir el coeficient de Jaccard. Per tal de detectar patrons entre la composició d'espècies i les dades ambientals (meteorològiques i topogràfiques), hem avaluat la significança de la relació entre els vectors ambientals i el nMDS, amb la funció "envfit" del paquet de R *vegan* (Oksanen *et al.*, 2016). Els paràmetres ambientals han estat la precipitació, la radiació solar, l'altitud, el pendent, l'orientació i la temperatura (mitjana, mínima i màxima).

Pel que fa a l'anàlisi comparatiu en el temps d'aquest estudi, té certes limitacions que s'han de considerar, com el canvis en la nomenclatura, errors en la identificació d'espècies, les diferències entre observadors, etc. (Vittoz and Guisan, 2007; Vittoz *et al.*, 2009). Per tal de reduir els errors d'aquestes limitacions, s'han agregat conjunts de tàxons que es poden confondre entre si, com algunes subespècies. La nomenclatura s'ha revisat i unificat, utilitzant les flores de referència en aquest territori (Bolòs *et al.*, 2005; Castroviejo, 2012). Per reduir els errors deguts a les diferències en l'estimació de la cobertura, s'han analitzat tan els resultats de les presències relatives com les abundàncies relatives.

Escala Braun-Blanquet	Valors utilitzats en l'anàlisi
+	0,1
1	5
2	17,5
3	37,5
4	62,5
5	87,5

Taula 3. Escala Braun-Blanquet utilitzada per estimar la cobertura de les plantes, i els valors corresponents a la transformació en percentatge de cobertura, que s'utilitza per les anàlisis estadístiques.

Per a l'anàlisi en el temps s'han fet servir els trets de les plantes (forma vital i corologia), utilitzant la proporció d'espècies de cada tipus respecte la riquesa total i l'abundància de cada tipus respecte l'abundància total. Les formes vitals (Raunkiær, 1934) s'han classificat com: camèfits (Ch), geòfits (G), hemicriptòfits (H), macrofaneròfits caducifolis (MPc), macrofaneròfits perennifolis (MPp), nanofaneròfits caducifolis (NPc), nanofaneròfits perennifolis (NPp), faneròfits (P), i teròfits (Th); les diferències de les formes vitals entre cada període de temps a cada regió s'han analitzat amb una ANOVA d'un factor. Les corologies s'ha separat en 9 classes (Bolòs *et al.*, 1993): alpina (Alp), atlàntica (Atl), boreo-subalpina (Boralp), eurosiberiana (Eur), introduïda (Introd), mediterrània (Med), pluriregional (Plurireg), pontic (Pont) i sub-mediterrània (Submed); les diferències de les corologies per entre cada període de temps a cada regió s'han analitzat amb una ANOVA d'un factor, menys en el cas de l'Alt Urgell per manca de suficients rèpliques. Els canvis en el temps s'han fet a nivell de trets subregionals amb una ANOVA d'un factor.

Resultats i discussió

Situació actual de les rouredes de roure de fulla gran

Les rouredes de roure de fulla gran al Pirineu i Prepirineu Català, respectivament, tenen una riquesa mitjana de 38.0 i 34.8 espècies i una diversitat segons l'índex de Shannon del 2.0 i 2.1. Aquesta elevada biodiversitat és producte de que tot i tractar-se de boscos densos, tenen una relativa lluminositat, la qual cosa permet el desenvolupament d'un abundant estrat herbaci (60.1% i 47.0%). Per això aquests boscos hi dominen els hemicriptòfits (60.3% i 68.6%), amb una important riquesa de taxons del gènere *Campanula*, *Carex*, *Festuca* i *Hieracium*. Tot i així les plantes més abundants són els macrofaneròfits caducifolis (53.4% i 44.2%), no només *Quercus petraea*, si no que també hi ha altres espècies llenyoses com *Corylus avellana*, *Castanea sativa*, *Acer campestre* o *Fraxinus excelsior*. Tot i que la majoria

de tàxons d'aquests boscos són típicament eurosiberians, tan a nivell de presències relatives (69.8% i 66.3 %) com d'abundàncies relatives (82.9% i 85.1%), es poden diferenciar les rouredes pirenaïques de les de la resta de Catalunya per la seva composició florística, ja que a les rouredes del nord hi creixen espècies com *Abies alba*, *Betula pendula*, *Pinus sylvestris* i *Vaccinium myrtillus*, que són absents a les rouredes de la Serralada Litoral i la Serralada Prelitoral. Això es degut a que són plantes de l'estatge subalpí, que per proximitat penetren a les rouredes pirenaïques. Per contra al sud hi ha espècies com *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Quercus ilex* o *Ruscus aculeatus*, les quals no són present a les rouredes pirenaïques, a excepció de l'Alta Garrotxa, ja que és un territori més mediterrani. De fet si observem la Figura 2, podem veure com les composicions d'espècies de les rouredes del Pirineu i Prepirineu es diferencien de les de la Serralada Litoral i Prelitoral, diferències regionals degudes a que hi ha riqueses relatives més elevades d'espècies mediterrànies (21% i 8%), que no pas a al Pirineu i Prepirineu (0% i 2%). Per últim esmentar que dins de les rouredes pirenaïques també s'observarien algunes espècies típiques de cada subregió, com passa amb *Serratula tinctoria*, que només creix a les rouredes de l'est del Pirineu, o *Phyteuma spicatum* que només s'ha trobat a les rouredes de l'oest. Tot i aquestes diferències entre regions, cal dir que les espècies característiques de l'associació *Lathyrus-Quercetum petraeae* són més o menys constants, com és el cas de *Quercus petraea*, *Teucrium scorodonia*, *Lathyrus linifolius* var. *montanus*, *Holcus mollis*, *Melampyrum pratense*, *Stachys officinalis* o *Deschampsia flexuosa*.

Les diferències comentades en gran part són degudes al clima, ja que tal com es pot observar a la Figura 2, la temperatura està significativament correlacionada amb la composició florística, que afavoreix les plantes mediterrànies. Alhora s'han observat relacions significatives amb l'altitud, ja que és un factor que condiciona la temperatura de la localitat, i també amb el pendent, tot i que aquest segueix un patró menys clar. Aquests resultats evidencien que la temperatura és un factor de gran importància que influeix a la comunitat florística, fet que no només ens explica quina és la situació i l'ecologia actual, si no que ens adverteix de que els canvis en aquest factor clau podrien tenir efectes importants en la comunitat. Per aquest motiu es interessant analitzar com ha canviat la comunitat durant aquestes últimes dècades en que s'ha estat sota un context de canvi climàtic. Finalment, tot i que no s'ha analitzat estadísticament, també cal afegir que les rouredes de la Serralada Litoral i Prelitoral en el 79% dels casos es troben sobre materials granítics, mentre que les localitats del Pirineu i Prepirineu creixen sobre esquistos i gresos i lutites.

Evolució de les rouredes de roure de fulla gran en les últimes dècades

Dinàmiques de la biodiversitat

Les rouredes de roure de fulla gran al Pirineu i Prepirineu no mostren un patró clar quan a la biodiversitat durant les últimes dècades (Taula 4). A la Vall de Ribes s'ha observat una pèrdua de la diversitat, mentre que a la Vall d'Aran s'ha observat un increment de la riquesa.

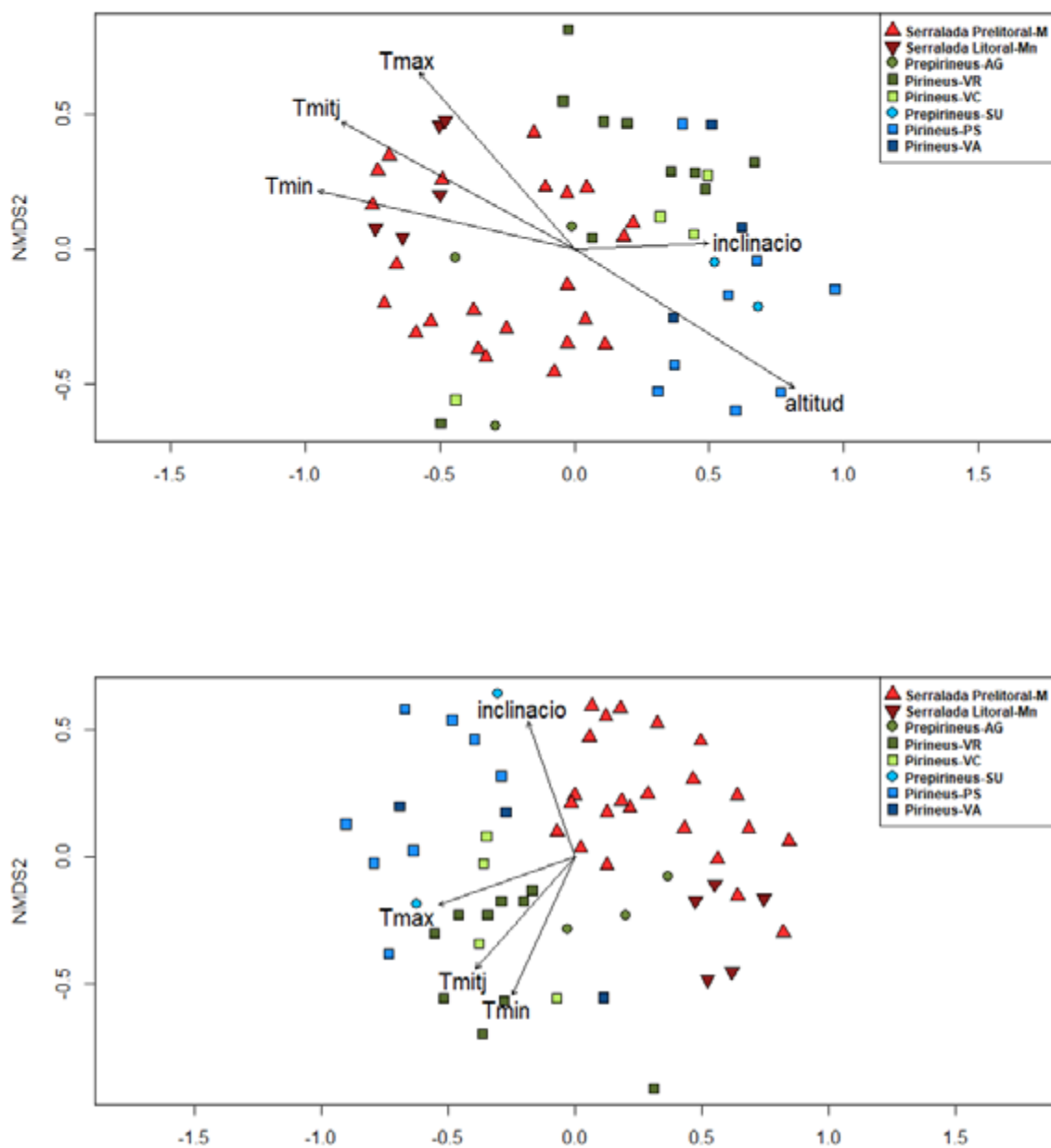


Figura 2. Gràfics nMDS de les rouredes de roure de fulla gran a Catalunya, diferenciant en colors les diferents regions i en formes les diferents subregions. Segons la presència d'espècies a la part superior i segons l'abundància d'espècies a la part inferior

Les pèrdues en biodiversitat semblarien ser explicades per la reducció de l'abundància en termes generals, ja que l'estrat herbaci ha canviat. Per altra banda els increments de la riquesa son el fruit del balanç entre espècies noves i espècies desaparegudes de les localitats, el qual és positiu al Pirineu, mentre que es manté més en equilibri al Prepirineu (Bou, 2019).

Regió	Riquesa						Diversitat					
	Històrica		Actual		ANOVA		Històrica		Actual		ANOVA	
	Mitj.	DS	Mitj.	DS	P	Sig.	Mitj.	DS	Mitj.	DS	P	Sig.
AG	27.00	5.29	28.33	7.51	0.86		2.52	0.48	1.98	0.31	0.18	
SU	32.00	2.83	44.50	0.71			2.21	1.01	2.16	0.31		
PS	31.88	3.68	35.50	5.26	0.136		2.54	0.42	2.22	0.47	0.166	
VA	24.00	5.29	40.00	1.00	0.013	*	2.14	0.37	1.95	0.39	0.569	
VR	32.67	10.33	44.50	14.49	0.14		2.96	0.43	1.82	0.43	0.00	**

Taula 4. Variables de biodiversitat per cada regió i període, amb els valors mitjans (Mitj.) i la desviació estàndard (DS). Resultats de les ANOVA pels canvis al llarg dels temps.

Canvis en els usos del bosc i plantes llenyoses

Les rouredes de roure de fulla gran són comunitats dominades per macrofaneròfits caducifolis i un ric estrat herbaci d'hemicriptòfits. Tot i que la rellevància d'aquestes formes vitals a la comunitat s'han mantingut al llarg del temps, s'ha observat certs canvis en la seva presència i abundància relativa des del primer període d'estudi (Figura 3 i Taula 5). A les rouredes més orientals s'ha trobat un patró comú que consisteix en l'augment de l'abundància relativa de macrofaneròfits caducifolis (Ex.: *Q. petraea*, *F. excelsior* i *F. sylvatica*) i el decaïment de l'abundància relativa dels hemicriptòfits (Ex: espècies dels generes *Festuca* i *Hieracium*), és a dir que actualment hi ha més cobertura arbòria. Segurament això es degut a l'explotació secular del bosc, que es va veure severament reduïda a meitats de s. XX (Gordi, 2009). Els boscos més oberts representaven unes condicions perfectes pel desenvolupament d'un ric estrat herbaci amb hemicriptòfits, però amb el decaïment de l'activitat agroforestal els macrofaneròfits caducifolis han acabat guanyant cobertura i les condicions òptimes pels hemicriptòfits s'han anat reduint. A l'Alta Garrotxa aquest patró és més evident, ja que també s'ha trobat la tendència a la pèrdua de riquesa relativa d'hemicriptòfits. Aquest patró seria comú amb els resultats observats a Catalunya, fora de la regió pirenaica (Bou and Vilar, 2019). El procés s'ha d'entendre com la recuperació del bosc davant de l'activitat humana, que un cop s'ha reduït ha permès el desenvolupament de la vegetació llenyosa que es veia limitada per la constant explotació. Tanmateix, aquest fenomen força evident a les rouredes orientals, no ho és pas a les rouredes occidentals, on no s'observen aquests canvis (Bou and Vilar, 2019).

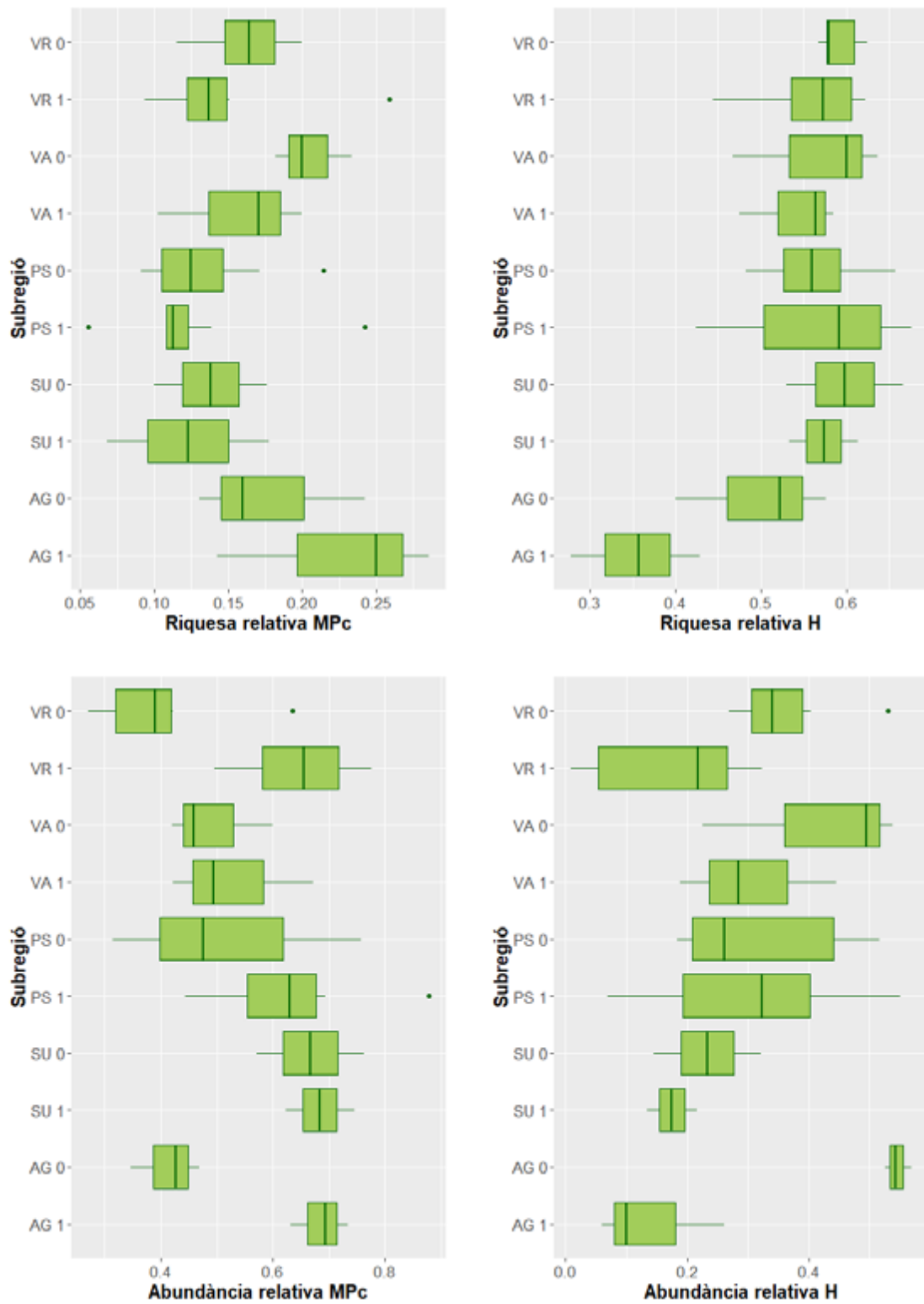


Figura 3 Abundància i riquesa relativa d'hemicriptòfits i macrofaneròfits caducifolis per cada regió, pels dos períodes d'estudi.

			Riquesa relativa							Abundància relativa						
			FV		GC					FV		GC				
			H	MPc	Atl	Eur	Introd	Med	Plurireg	H	MPc	Atl	Eur	Introd	Med	Plurireg
AG	T ₀	Mitj	49,92	17,76	11,38	66,02	1,45	1,33	13,36	54,6	41,42	12,87	73,47	0,02	0,02	11,91
		DS	9	5,8	2,05	18,44	2,51	2,31	10,49	2,18	6,3	9,15	12,39	0,03	0,03	7,28
	T ₁	Mitj	35,45	22,62	7,41	63,36	2,78	2,12	14,29	14,01	68,63	7,92	79,88	0,06	0,06	10,15
		DS	7,54	7,43	2	7,88	2,48	1,88	8,33	10,66	5,12	5,19	5,35	0,05	0,06	9,36
	ANOVA	P	0,1	0,423	0,074	0,829	0,55	0,672	0,91	0,003	0,004	0,461	0,457	0,301	0,26	0,81
Sig		.		.					**	**						
SU	T ₀	Mitj	59,8	13,82	0	76,57	0	0	14,41	23,3	66,71	0	89,64	0	0	4,63
		DS	9,71	5,41	0	0,14	0	0	7,9	12,4	13,61	0	4,3	0	0	6,25
	T ₁	Mitj	57,35	12,3	1,14	70,73	0	1,14	18,01	17,49	68,45	0,03	92,91	0	0,03	5,02
		DS	5,68	7,75	1,61	6,82	0	1,61	3,46	5,86	8,56	0,05	0,74	0	0,05	1,57
	ANOVA															
PS	T ₀	Mitj	56,12	13,39	2,98	68,05	0	0,8	17,06	31,6	51,23	5,79	85,67	0	0,02	6,89
		DS	5,68	4,12	2,13	8,5	0	1,5	9,26	13,12	15,24	4,93	5,23	0	0,03	6,9
	T ₁	Mitj	56,98	12,46	3,64	72,03	0	0,37	16,78	30,93	63,14	2,81	92,86	0	0,01	3,83
		DS	9,42	5,31	1,93	6,74	0	1,04	7,64	15,85	12,81	6,62	9,11	0	0,03	7,32
	ANOVA	P	0,827	0,702	0,524	0,317	-	0,51	0,948	0,928	0,113	0,324	0,073	-	0,841	0,404
Sig												.				
VA	T ₀	Mitj	56,77	20,51	5,96	73,23	0	0	10,96	41,96	49,33	1,64	91,71	0	0	0,19
		DS	8,93	2,61	3,55	13,18	0	0	5,62	16,95	9,48	2,7	11,93	0	0	0,17
	T ₁	Mitj	54,15	15,78	4,21	68,19	0,83	1,67	18,43	30,58	52,92	2,89	83,7	0,02	0,05	3,2
		DS	5,86	5	3,83	8,46	1,44	2,89	6,25	13,01	12,86	4,82	27	0,04	0,08	4,88
	ANOVA	P	0,693	0,22	0,593	0,607	0,374	0,374	0,199	0,409	0,717	0,714	0,663	0,374	0,374	0,346
Sig																
VR	T ₀	Mitj	59,13	16,22	7,88	74,44	0	0	6,13	36,36	40,16	2,56	89,57	0	0	1,75
		DS	2,43	3,03	4,43	6,65	0	0	4,03	9,41	12,87	2,24	7,73	0	0	2,7
	T ₁	Mitj	55,86	14,94	6,1	69,14	0,4	0	15,16	17,44	64,62	0,23	80,75	0,01	0	6,88
		DS	6,63	5,74	2,69	2,62	0,97	0	5,11	13,5	10,56	0,14	16,53	0,03	0	7,37
	ANOVA	P	0,284	0,641	0,419	0,099	0,341	-	0,007	0,018	0,005	0,029	0,264	0,341	-	0,141
Sig					-		-	**	*	**	*			-		

Taula 5. Variables de les formes vitals (FV) i els grups corològics (GC) de la flora, per cada subregió en els inventaris històrics (T₀) i en els inventaris actuals (T₁), amb el valor mitja i la desviació estàndard (DS). També si pot observar els resultats de l'ANOVA pels canvis al llarg dels temps en cada subregió.

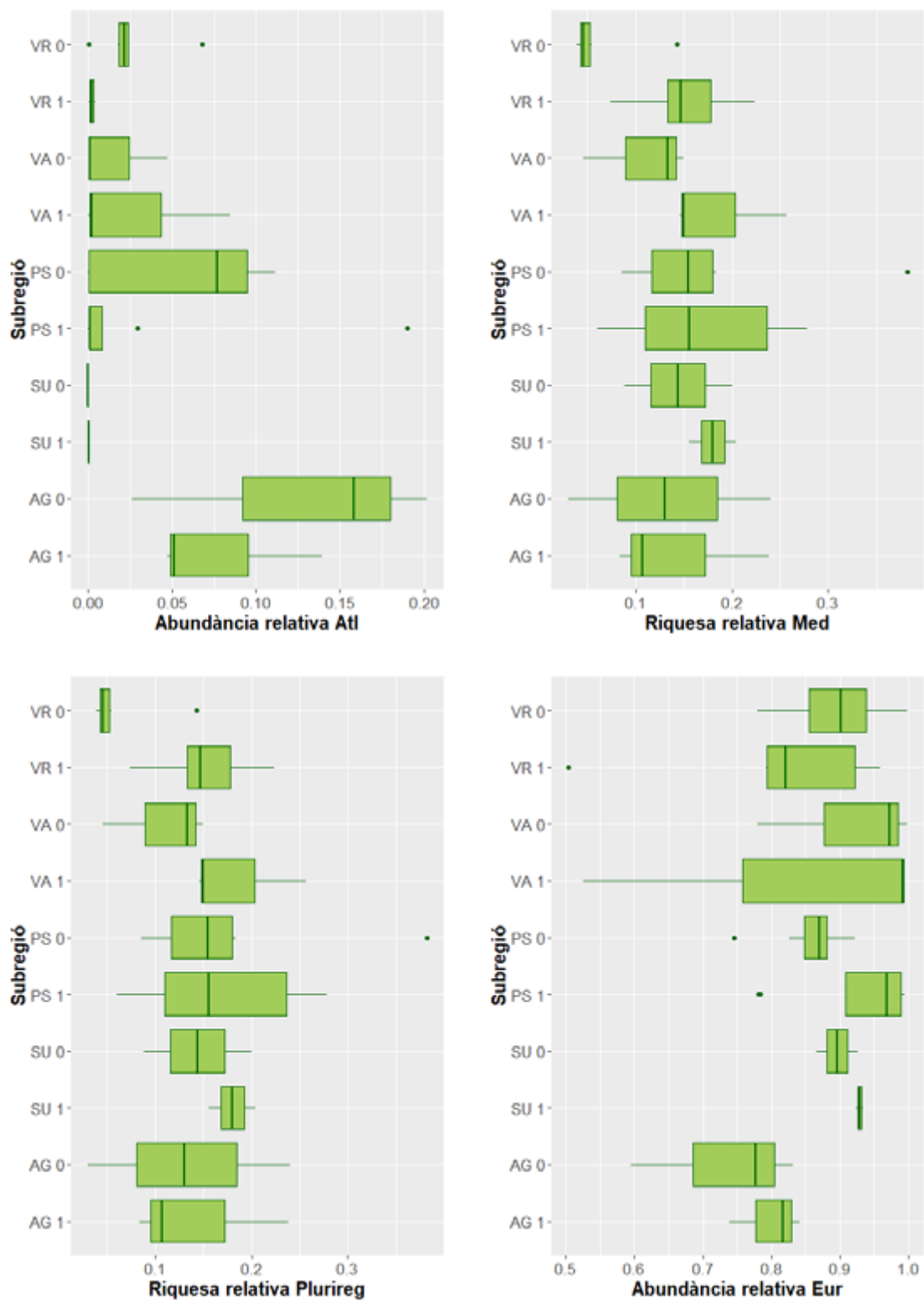


Figura 4. Abundància relativa de les plantes atlàntiques i eurosiberianes, i riquesa relativa de mediterrànies i pluriregionals, per cada regió durant els dos períodes d'estudi.

Pel que fa a espècies introduïdes han aparegut algunes novetats puntuals; així a la Vall de Ribes hi ha la novetat de *Picea abies*, arbre originari del nord d'Europa, utilitzat en plantacions forestals al NE de la Península Ibèrica, mentre que a la Vall d'Aran ha aparegut *Buddleja davidii*, llenyosa invasora (MAPAMA, 2018), i de la qual s'hauria de fer un seguiment per veure si acaba de colonitzar el bosc, ja que en el moment de l'estudi eren plantes joves que havien colonitzat des del marge de la carretera, cap a dins el bosc.

Termofilització

Les rouredes de roure de fulla gran estudiades són típicament eurosiberianes, ja que sempre hi dominen els tàxons amb aquesta tipologia. En aquest sentit les rouredes del Pirineu i Prepirineu català mostren certa estabilitat en les últimes dècades, sense canvis significatius (Taula 5), fet que no succeeix a les rouredes de localitats més càlides del territori. Així, al Montnegre s'ha pogut evidenciar la termofilització de la comunitat florística de la roureda de roure de fulla gran (Bou and Vilar, 2019). Aquest fenomen s'atribueix a l'augment de temperatura a Catalunya des del 1950 (Martín Vide *et al.*, 2016), i degut a aquest fet s'esperaria observar la termofilització de les rouredes com a resposta a aquestes dinàmiques meteorològiques (Reif *et al.*, 2017). Però les bones condicions climàtiques del Pirineu semblaria que de moment estarien frenant aquesta termofilització observada al Montnegre. El que si s'ha pogut identificar al Pirineu, a la Vall de Ribes, és una dinàmica que va en aquest sentit (Figura 4), però que semblaria ser un grau d'afectació menor. En aquesta subregió hi ha una pèrdua d'abundància relativa de plantes atlàntiques, grup de plantes amb elevats requeriments hídrics, i un increment de la riquesa relativa de les plantes pluriregionals. És a dir que mentre es perden plantes especialitzades, augmenten les generalistes. Per això tot i que de moment no hi ha presència de plantes mediterrànies, hem de considerar que el que està passant a la Vall de Ribes és un estadi inicial de la termofilització de la comunitat. Finalment en el cas de l'Alta Garrotxa, hi ha una tendència a un decaïment de la riquesa relativa de les plantes atlàntiques, però no es veu tota la dinàmica descrita a nivell de comunitat, sent així més estable pel que fa a aquest procés.

Conclusions

Les rouredes de roure de fulla gran del Pirineu i Prepirineu tenen una composició florística on es poden trobar les espècies característiques del *Lathyro montani-Quercetum petraeae*, tot i així difereixen lleugerament de la resta de rouredes catalanes d'aquesta comunitat que podem trobar en massissos més càlids. Això es degut a que les rouredes del Pirineu i Prepirineu es troben a més altitud, en zones pròximes a boscos d'alta muntanya, permetent la connectivitat i entrada d'espècies pròpies d'aquest altre estatge. S'evidencia així l'importància de l'altitud i temperatura en la composició de la comunitat, essent uns factors a tenir presents en futurs estudis sobre l'ecologia d'aquest boscos i en la seva conservació.

Però aquest boscos no han estat sempre com els veiem actualment, ja que tan el clima com l'activitat humana han anat canviant. Analitzant l'efecte del canvi global sobre les rouredes en les últimes dècades, s'ha observat com el canvi en els aprofitaments dels boscos ha tingut una gran rellevància en les rouredes més orientals del Pirineu i Prepirineu. El decaïment i abandonament de les pràctiques tradicionals d'aprofitaments forestals, ha permès la densificació del bosc per part d'arbres caducifolis, entrant així menys llum al sotabosc, i reduint-se com a conseqüència l'abundància de l'estrat herbaci. Per altra banda l'escalfament global ha tingut poc impacte en les rouredes del Pirineu i Prepirineu, i només a la Vall de Ribes s'ha detectat el que semblaria ser un primer estadi de la termofilització vista en altres localitats més càlides. En aquesta subregió s'ha observat una pèrdua d'espècies especialistes, a favor d'espècies generalistes, és a dir que s'ha produït una lleu termofilització de la comunitat. No queda dubte, doncs, de que les rouredes més orientals d'aquest territori estudiat han tingut un dinamisme lligat al canvi global, que no s'ha observat a les subregions més occidentals. Al tractar-se boscos en el seu límit meridional de distribució, aquesta informació ens pot orientar sobre futurs canvis més al nord, tot i així és necessari continuar estudiant l'ecologia d'aquesta comunitat, per tal de que serveixin de sentinelles davant del canvis que s'aniran succeint amb el canvi climàtic.

Agraïments

Aquest treball ha estat parcialment finançat per la Beca de Recerca Francesc Eiximenis 2018.

Bibliografia

- ALES RF, MARTIN A, ORTEGA F, ALES EE (1992) Recent changes in landscape structure and function in a Mediterranean region of SW Spain (1950–1984). *Landscape Ecology* 7: 3–18.
- AMÉZTEGUI A, BROTONS L, COLL L (2010) Land-use changes as major drivers of mountain pine (*Pinus uncinata* Ram.) expansion in the Pyrenees. *Global Ecology Biogeography* 19: 632–641.
- BENITO-GARZÓN M, SÁNCHEZ DE DIOS R, SAINZ OLLERO H (2008) Effects of climate change on the distribution of Iberian tree species. *Applied Vegetation Science* 11: 169–178.
- BOADA M (2002) Manifestacions del canvi ambiental global al Montseny. Tesi doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.
- BOADA M (2006) Evolució històrica dels boscos de Catalunya. In Vilar L, Maluquer P, Mateu X, et al. (eds). *Els boscos a Catalunya: Aprofitament i futur*. Girona: CEC, 89–110.
- BOLÒS O (1988) La roureda acidòfila (*Quercion robori-petraeae*) a Catalunya. *Monografias del Instituto Pirenaico de Ecología* 4: 447–453.
- BOLÒS O, VIGO J, MASALLES RM, NINOT JM (1993) *Flora manual dels Països Catalans*. 1st ed. Barcelona: Editorial Pòrtic.
- BOLÒS O, VIGO J, MASALLES RM, NINOT JM (2005) *Flora manual dels Països Catalans*. 3a ed. Barcelona: Pòrtic.

- BOU J (2019) Efectes del canvi global a les rouredes de *Quercus petraea* al NE de la Península Ibèrica. Tesi doctoral. Universitat de Girona.
- BOU J, CARRERAS J, ILLA E, JOVER M (2017) Cartografia digital dels hàbitats CORINE i dels Hàbitats d'Interès Comunitari del massís de l'Albera, escala 1:10.000. Barcelona.
- BOU MANOBENS J, ÀGUILA V, GORDI J (2015) L'evolució del paisatge forestal (1950-2013) a l'Alt Empordà. AIEE 46: 343–368.
- BOU J, VILAR L (2019) Sessile oak forest plant community changes on the NE Iberian Peninsula over recent decades. *Journal of Plant Ecology* 12: 894–906.
- BOU J, VILAR L, CARITAT A (2016) La roureda de roure de fulla gran. *Revista Girona* 294: 62 – 65.
- BRAUN-BLANQUET J (1979) Fitosociología. Base para el estudio de las comunidades vegetales. Blume.
- BRUNET J, FALKENGREN-GRERUP U, RÜHLING Å, TYLER G (1997) Regional differences in floristic change in South Swedish oak forests as related to soil chemistry and land use. *Journal of Vegetation Science* 8: 329–336.
- CARRERAS J, CARRILLO E, FONT X, NINOT JM, SORIANO I, VIGO J (1995) La vegetación de las sierras prepirenaicas situadas entre los ríos Segre y Llobregat. 1- Comunidades forestales (bosques, mantos marginales y orlas herbáceas). *Ecologia Mediterranea* XXI: 21–73.
- CARRERAS J, CARRILLO E, JOSEP-MARIA N, VIGO J (1997) Contribution to the phytocoenological knowledge of Pyrenean forests. *Fragmenta Floristica Geobotanica* 42: 95–129.
- CARRERAS J, FERRÉ A (Eds.) (2012) Cartografia dels hàbitats a Catalunya versió 2 - Manual d'interpretació. Departament de Territori i Sostenibilitat. Generalitat de Catalunya.
- CASTROVIEJO S (2012) Flora iberica. Madrid: Real Jardín Botánico, CSIC.
- DEBUSSCHE M, LEPART J, DERVIEUX A (1999) Mediterranean landscape changes: evidence from old postcards. *Global Ecology Biogeography* 8: 3–15.
- EATON E, CAUDULLO G, OLIVEIRA S, RIGO D DE (2016) *Quercus robur* and *Quercus petraea* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In San-Miguel-Ayanz J, Rigo D de, Caudullo G, Houston Durrant T, Mauri A (eds). *European Atlas of Forest Tree Species*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 160–163.
- Forest Europe (2015) State of Europe's Forests 2015. Madrid: FOREST EUROPE.
- FRENNE P DE, RODRIGUEZ-SANCHEZ F, COOMES DA, ET AL. (2013) Microclimate moderates plant responses to macroclimate warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 110: 18561–18565.
- FUCHS R, HEROLD M, VERBURG PH, CLEVERS JGPW, EBERLE J (2015) Gross changes in reconstructions of historic land cover/use for Europe between 1900 and 2010. *Global Change Biology* 21: 299–313.
- Generalitat de Catalunya (2015) Web de la Generalitat de Catalunya. Enllaç: www.gencat.cat.
- GORDI J (2009) L'Evolució del paisatge forestal a les terres gironines a la segona meitat del segle XX. Girona: Associació d'Història Rural de les Comarques Gironines.
- IPCC (2013) Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (S Solomon, D Qin, M Manning, et al., Eds.). Cambridge: Cambridge University Press.
- LASANTA-MARTINEZ T, VICENTE-SERRANO S, CUADRAT-PRATS J (2005) Mountain Mediterranean landscape evolution caused by the abandonment of traditional primary activities: a study of the Spanish Central Pyrenees. *Applied Geography* 25: 47–65.

- LENOIR J, GEGOUT JC, DUPOUEY JL, BERT D, SVENNING JC (2010) Forest plant community changes during 1989–2007 in response to climate warming in the Jura Mountains (France and Switzerland). *Journal of Vegetation Science* 21: 949–964.
- MACDONALD D, CRABTREE JR, WIESINGER G, ET AL. (2000) Agriculture abandonment in mountain areas of Europe: environmental consequences and policy response. *Journal of Environmental Management* 59: 47–69.
- MAPAMA (2018) Especies exóticas invasoras. Enllaç: <https://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-exoticas-invasoras/default.aspx>
- MARTÍN VIDE J, PROHOM DURAN M, MONTSERRAT B (2016) Evolució recent de la temperatura, la precipitació i altres variables climàtiques a Catalunya. In *Tercer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans Generalitat de Catalunya, 93–112.
- NINYEROLA M, PONS X, ROURE JM (2000) A methodological approach of climatological modelling of air temperature and precipitation through GIS techniques. *International Journal of Climatology* 20: 1823–1841.
- OKSANEN J, GUILLAUME BLANCHET F, FRIENDLY M, ET AL. (2016) vegan: Community Ecology Package. R package version 2.4-1.
- PEÑUELAS J, SARDANS J, FILELLA I, ET AL. (2016) Ecosistemes terrestres. In *Tercer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans Generalitat de Catalunya, 211–235.
- PINO J (2014) Blog CREA. Enllaç: <http://blog.crea.cat>.
- R CORE TEAM (2015) R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- RAMANKUTTY N, FOLEY JA (1999) Estimating historical changes in global land cover: crop lands from 1700 to 1992. *Global Biogeochemical Cycles* 13: 997–1027.
- RAUNKJÆR C (1934) *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Oxford: Clarendon Press.
- REIF A, XYSTRAKIS F, GÄRTNER S, SAYER U (2017) Floristic change at the drought limit of European beech (*Fagus sylvatica* L.) to downy oak (*Quercus pubescens*) forest in the temperate climate of central Europe. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 45: 646–654.
- RUIZ-LABOURDETTE D, SCHMITZ MF, PINEDA FD (2013) Changes in tree species composition in Mediterranean mountains under climate change: Indicators for conservation planning. *Ecological Indicators* 24:310–323. [10.1016/j.ecolind.2012.06.021](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.06.021).
- THUILLER W, LAVOREL S, ARAÚJO MBMB, SYKES MTMT, PRENTICE IC (2005) Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102:8245–8250.
- UNEP (1989) *State of the Mediterranean marine environment*. Athens.
- Universitat de Barcelona, Generalitat de Catalunya (2012) SEMHAVEG. Enllaç: <http://www.ub.edu/geoveg/cat/semhaveg.php>
- VIGO J (1968) Notas sobre la Vegetación del Valle de Ribes. *Collectanea Botanica* 8(2) No 66:1171–1185.
- VIGO J (1996) *El poblament vegetal de la Vall de Ribes*. 1st ed. Barcelona: Institut Gartogràfic de Catalunya.
- VIGO J (2005) *Les Comunitats vegetals: descripció i classificació*. Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona.
- VILA I SUBIRÓS J, VARGA I LINDE D, LLAUSÀS PASCUAL A, RIBAS I PALOM A (2006) Conceptes i mètodes fonamentals en ecologia del paisatge («landscape ecology»): una interpretació des de la geografia. *Documents d'anàlisi geogràfica* 48:151–166.
- VIÑAS X (1993) *Flora i vegetació de l'Alta Garrotxa*. Tesi doctoral. Universitat de Girona.

- VITTOZ P, GUISAN A (2007) How reliable is the monitoring of permanent vegetation plots? A test with multiple OBSERVERS. *JOURNAL OF VEGETATION SCIENCE* 18:413–422.
- VITTOZ P, RANDIN C, DUTOIT A, BONNET F, HEGG O (2009) Low impact of climate change on subalpine grasslands in the Swiss Northern Alps. *Global Change Biology* 15:209–220.

High mountain vegetation in the Pyrenees: Diversification into plant associations, main habitats, and Pyrenean sectors

Josep M. Ninot¹, Gilles Corriol², Javier Peralta³, Laure Sirvent⁴, Aaron Pérez-Haase¹, Xavier Font¹ & Gérard Largier²

¹Institut de Recerca de la Biodiversitat (IRBio) & Dept. de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals. Universitat de Barcelona; ²Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. Bagnères-de-Bigorre; ³Departamento de Ciencias. Universidad Pública de Navarra. Pamplona; ⁴Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles. Montferrier-sur-Lez. jninot@ub.edu

Abstract

Here, we present a catalogue of the plant associations reported from the Pyrenean high mountain, open to be used on-line through the Atlas of the Pyrenean flora. Each of the 180 plant associations considered is characterized in terms of main taxa, structure, ecological aspects, and geographic distribution, compiled from relevant papers containing phytosociological relevés. The search of further information is facilitated by a list of bibliographic references for any plant association.

Resumen

En esta contribución presentamos un catálogo de las asociaciones vegetales documentadas de la alta montaña pirenaica, accesible on-line a través del Atlas de la flora de los Pirineos. Cada una de las 180 asociaciones consideradas, se caracteriza a través de los principales taxones que la forman, su estructura, sus condicionantes ecológicos y su distribución geográfica, a partir de publicaciones que contengan inventarios fitosociológicos. El acceso a información complementaria se ve facilitado por la lista bibliográfica dada para cada asociación.

Introduction, materials and method

One of the objectives of the project POCTEFA FLORAPYR was to gather and synthesize the information of the Pyrenean high mountain vegetation, as an easy-to-read contribution to the knowledge of plant-community diversity in such a contrasting mountain area. Therefore, it was decided to produce one catalogue of the plant associations reported from the subalpine, alpine and subnival belts of the Pyrenees, taking into account the extant background built with the phytosociological method. The information sources were a wide array of papers based on relevés, from where to gather information on species composition, vegetation structure and distribution for each association. To do so, we have used 197 papers produced during the last 70 years, from territorial monographs to syntaxonomic revisions and to sparser studies. Most of this information was retrieved from the data bank SIVIM (<http://www.sivim.info/sivi/>), where relevés and distribution of each plant association are easily consulted, or from other data banks.

Results

The provisional catalogue —still being revised and refined— includes 180 plant associations. For each one, the Atlas of the Pyrenean Flora gives main information (<http://www.florapyrenaea.org/FLORAPYR/src/home/index.php?idma=0>, Fig. 1), standardized in the following terms:

- Authorship, alliance, and bibliographic source for its name and classification
- Geographic distribution, based on administrative units and vegetation belts
- Main plant species (these, linked to the flora in the same Atlas)
- Ecological and physiognomic description
- Bibliographic sources of relevés and diagnoses

Most of the plant associations correspond to vegetation of rocky or scree areas (56 associations) and to grassland (50), two habitat types that form most of the high mountain landscape. Water related habitats harbour a comparatively high vegetation variety (34), clearly more than forests and heaths (25), and than snowbed vegetation (11). When considering separately these categories for each belt, the proportions vary notably.

The subalpine belt harbours 147 associations, in front of 79 found in the alpine belt, and 10 in the subnival summits (Fig. 2). The higher diversification of the subalpine belt is partly due to main habitats vanishing towards the alpine (forests, tall-herb communities, water-related units, dense grasslands), and also to the occurrence of open habitats harbouring communities of alpine character. Thus, 48 associations are common to the subalpine and alpine belts.

Distribution

Carte de répartition (Départements)

Etage(s) de végétation

Biologie et écologie

Courte diagnose prenant en compte des caractéristiques stationnelles et géographiques: Pelouse alpine acidophile des Pyrénées centrales

Taxon habituellement dominant l'association végétale: *Carex curvula* subsp. *curvula*

Second taxon habituellement dominant l'association végétale: *Gentiana alpina* Vill.

Sources bibliographiques

Carrilo E. & Ninot J.M., 1992 – Flora i vegetació de les Valls d'Espòt i de Boi, I. Ed. Institut d'Estudis Catalans, Barcelona, 474 p.

Rivas-Martínez S., Bascónes J.C., Diaz T.E., Fernández-González F. & Loidi J., 1991 – Vegetación del Pireneo occidental y Navarra. *Itin. Geobot.* 5 : 5–456.

Klein J.-C., 1979 – Application de l'analyse factorielle des correspondances à l'étude phytosociologique de l'étage alpin des Pyrénées centrales. *Phytocoenol.* 5 (2) : 125–188.

Nègre R., 1968a – Course phytosociologique au Seil de la Baque. *Ann. Fac. Sci. Marseille* 31 : 149–155.

Nègre R., 1969a – Le Gentiano – Caricetum *curvulae* dans la région luchonaise (Pyrénées centrales). *Vegetatio* 18 (1–6) : 167–202.

Rivas-Martínez S., 1974 – Los pastizales del *Festucion supinae* y *Festucion esklae* (*Juncotea trifida*) en el Pireneo central. *Collect. Bot., Barcelona* 9 (1) : 5–23.

Corriol G. & Mikolajczak A. 2017 — Contribution au Prodrome des végétations de France : les Caricetea *curvulae* Braun-Bianq. 1948 nom. *Conserv. Propos. J. Bot. Soc. Bot. France* 77 : xx–xx.

Figure 1. Example of the information offered in the Atlas of the Pyrenean flora on the plant association *Gentiano alpinae*-*Caricetum curvulae* Nègre 1968.

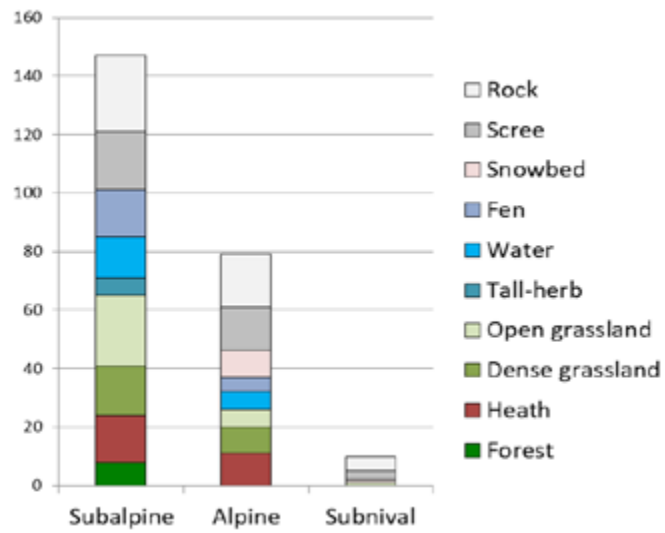


Figure 2. Number of associations recorded for each vegetation belt and habitat class.

Monitoring pyrenean snowbed vegetation: florapyr interreg project

Estela Illa¹, Benjamin Komac², Ludovic Olicard³, Olivier Argagnon⁴, Anne-Sophie Rudi-Dencausse³ & Empar Carrillo¹

¹GeoVeg. Institut de Recerca de la Biodiversitat & Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals. Universitat de Barcelona. estelailla@ub.edu; ²CENMA-Institut d'Estudis Andorrans; ³Conservatoire botanique national des Pyrénées et Midi –Pyrenées; ⁴Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles

The project *FLORAPYR* (European Interreg project for years 2016–2019) is the continuation of a previous European project (2012–2014). One of the main objectives is to develop a unified monitoring protocol for snowbed vegetation in the Pyrenean range, which involves eight conservation and research organisations of three countries. Among the different plant communities inhabiting snowpatches, we focus on those dominated by *Salix herbacea* (*Salicion herbaceae* Br-Bl. 1948).

We chose 14 snowbed localities distributed throughout the Pyrenees. In each locality, we established three permanent plots of 3 x 1 m, divided into 12 subplots of 0.5 x 0.5 m, which followed the snowmelt gradient, and included the optimum and the limits of the *Salix herbacea* populations.

The specific objectives of the protocol are recording the floristic composition, phenology and environmental conditions —microclimate and soil— in the permanent plots. As accessing the different localities can be a challenging and time-consuming process, the protocol was developed to ensure that the time invested in monitoring each site was limited to few hours, thereby maximizing the data collected. Surveys are conducted yearly every three weeks between the first week of July and the second week of September. A database has been set up to manage and analyse the information produced.

Here we present the ongoing characterisation of Pyrenean *Salix herbacea* stands in terms of floristic richness, phenology and microclimatic conditions.

Mise en place du programme GLORIA dans les Pyrénées françaises

Esther Gomez¹, Ludovic Olicard² & Olivier Argagnon³

¹Fédération des réserves naturelles catalanes. esther.gomez@espaces-naturels.fr; ²Conservatoire Botanique National des Pyrénées et de Midi-Pyrénées; ³Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles

Le programme GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments) a pour objectif de constituer un réseau de suivi à long terme des milieux alpins à l'échelle mondiale via des placettes permanentes. Les données de biodiversité et de température récoltées permettront de comparer l'impact des changements climatiques sur ces écosystèmes fragiles.

Ce programme, initié en 2001 en Europe, se compose actuellement de plus d'une centaine de sites de suivi dans le monde entier. Dans les Pyrénées, jusqu'à présent seul deux sites situés en Aragon étaient suivis. C'était peu pour traduire la diversité des situations rencontrées sur la chaîne, il était donc nécessaire de trouver de nouveaux sites pour compléter le dispositif déjà existant.

Le programme POCTEFA (programme européen de coopération transfrontalière Espagne-France-Andorre) FLORAPYR coordonné par le Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées a fourni le cadre idéal pour la mise en œuvre du programme GLORIA sur de nouveaux sites. En effet l'une des thématiques majeures du POCTEFA concerne les changements globaux.

Deux sites ont été choisis : l'un dans les Pyrénées centrales (vallée d'Ossoue) et l'autre dans les Pyrénées orientales (Réserve naturelle nationale de la vallée d'Eyne) reflétant ainsi les deux grands types bioclimatiques présents sur le versant français des Pyrénées. Au sein de chaque site, quatre sommets sont retenus qui doivent remplir certaines conditions : homogénéité d'un point de vue géologique et climatique, peu de fréquentation et une topographie adéquate.

Le protocole standard du programme GLORIA (inventaires floristiques et mise en place de capteurs de température) a été appliqué sur les deux sites, et en complément des échantillons de sol ont été récoltés et analysés. Si les premières données obtenues ne permettent évidemment pas encore de tirer de conclusion quant à l'impact des changements climatiques

sur la végétation, elles constituent en revanche un état zéro déjà porteur d'information (spectres biologique, chorologique et phytosociologique).

Le protocole réalisé en 2018 devra-t-êtré répété a minima dans dix ans voire dans cinq ans si l'opportunité se présente. Les données récoltées viendront s'ajouter à celles déjà présentes au sein du réseau GLORIA. Le gigantesque jeu de données ainsi constitué permettra de nombreuses analyses visant à quantifier le lien entre l'évolution de la flore et celle du climat.

Protocol per a l'actualització de la check-list i llista vermella de la flora d'Andorra

Clara Pladevall¹ & Anna Claveria²

¹Centre d'Estudis de la Neu i la Muntanya d'Andorra. Institut d'Estudis Andorrans. Sant Julià de Lòria, Andorra, cpladevall@iea.ad; ²Departament de Medi Ambient i Sostenibilitat. Govern d'Andorra

Fa poc més d'una dècada es va publicar la Check-list i la Llista vermella de la flora d'Andorra (Carrillo *et al.* 2008). Des d'aleshores l'evolució del coneixement de la flora d'Andorra ha fet que calgui establir un sistema d'actualització i publicació de la check-list i la Llista vermella de la flora d'Andorra.

L'any 2017 el Grup d'Estudi de la Flora i la Vegetació d'Andorra (GEFVA) va creure necessari establir un protocol per integrar a la check-list i a la Llista vermella, els treballs que actualitzen el coneixement sobre la flora d'Andorra. El sistema establert integra tan els treballs d'experts i facilita la participació ciutadana, ja sigui aportant informació d'interès o beneficiant-se del coneixement actualitzat de la flora.

El protocol es basa en un sistema de declaracions digitals amb validació i de recollida de publicacions especialitzades que el GEFVA analitzarà regularment per mantenir actualitzada la check-list d'Andorra i també les modificacions a les categories d'amenaça de la Llista vermella que escaiguin.

Per facilitar la consulta de les dades actualitzades es crea la Llista patró de la Flora d'Andorra amb la taxonomia de referència actualitzada segons el referent pirinenc del projecte FLORAPYR.

Publicación del nuevo mapa de vegetación del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (PNOMP) y su Zona Periférica de Protección (ZPP), a escala 1: 10.000

José Luis Benito Alonso

Jolube Consultor Botánico y Editor, jolube@jolube.net

La obra consta de tres partes: Un libro de 450 páginas con el manual de interpretación de los 118 hábitats CORINE y de los 34 hábitats de importancia comunitaria, organizado en fichas ilustradas a doble página. La segunda es un mapa de vegetación sintético, impreso a escala 1:50.000, agrupado en 21 clases de hábitats. La tercera es la cartografía digital, a escala 1:10.000, en formato *shape file* (shp) para SIG.

La leyenda usada es CORINE-Biotopos del Mapa de Hábitats de Aragón (MHA) y la Lista Patrón de los Hábitats Terrestres de España (LPHTE).

En resumen, en el PNOMP y ZPP podemos observar tres grandes tipos de hábitats.

Más de la mitad de la superficie (51,1 %) está cubierta de vegetación herbácea (c 40%) y arbustiva (12 %), en muchos casos áreas pastadas, ahora abandonadas y en recuperación hacia la vegetación leñosa. Si analizamos los pastos por el sustrato, el 62,6 % corresponde a los calcícolas y el resto (37,4 %) son acidófilos. En el PNOMP, con sustrato dominante calizo, este porcentaje asciende al 74 % en los calcícolas frente a 26 % acidófilo.

En segundo lugar, una cuarta parte de la superficie la constituyen la suma de las gleras (15,6 %) los roquedos (8,3 %), y los hielos permanentes (1 %). Además, en el piso alpino dominan las grandes extensiones de piedras y alguno de los últimos glaciares del Pirineo.

El tercer tipo de vegetación del parque son los bosques, con algo menos de la cuarta parte de la superficie (23,1 %). Los más abundantes son los caducifolios frescos, como los hayedos, fresnedas-bosques mixtos y avellanares (42,5 % de las masas arbóreas); le siguen los pinares de *Pinus sylvestris* (c. 30 %) y los pinares de *Pinus uncinata* (15,9 %). Después los carrascales (7 %), quejigales (2,5 %), bosques de ribera (2,2 %) y por último los abetales (0,7 %). Si sumamos los matorrales (12 %), el área cubierta por especies leñosas supera el 35 % del Parque. Los hábitats menos abundantes son las zonas húmedas (0,2 %) y las masas de agua continentales, como lagos o ríos (0,17 %). A pesar del secular del uso por parte del hombre,

queremos señalar el bajo porcentaje de superficie actual dedicada a terrenos agrícolas, zonas taladas o quemadas y poblaciones (< 0,2 %), concentrada en su mayor parte en la ZPP.

Seguiment de l'endemisme dels Pirineus orientals *Delphinium montanum* per la xarxa transfronterera FloraCat

Pere Aymerich³, Xavier Oliver Martinez-Fornés¹, Sandra Mendez ², Alain Mangeot²,
Maria Martin², Beatriu Tenas¹

¹Institució Catalana d'Història Natural (ICHN); ²Fédération des Réserves Naturelles Catalanes (FRNC); ³Botànic freelance. sandra.mendez@espaces-naturels.fr

Abstract

The FloraCat network is a cross-border collaborative project for the study and monitoring of the rare and endangered flora of the Eastern Pyrenees, active since 2012. Currently all the populations of *Delphinium montanum*, a rare endemic plant of the Eastern Pyrenees, are monitored by the FloraCat network. The update of the information on this species shows that it is present in 8 sectors, with a minimum of 18 locations, and that it has an estimated global population of 7,800-10,300 breeding plants. This population is concentrated in the Serra del Cadí range (65-70% of the total) and in the Puigmal massif (25-30%). Local populations show different typologies, which are apparently related to the characteristics of the habitats, especially with the availability of more or less favorable micro-habitats for germination and growth of plants in their first years. The depredation of herbivorous mammals (especially Pyrenean chamois) is high in most populations and mainly affects inflorescences, but there is not evidence that it affects significantly the germination or the recruitment. Knowledge of population dynamics is still insufficient, but it seems that there is long-term stability in the large-sized populations, while some of the medium-sized have experienced strong recent regressions. There are data that suggest that smaller populations may come from modern colonization or, alternatively, from the recovery of populations temporarily disappeared by the germination of persistent seeds in the soil. With the available data, this species is classified as NT on a global scale according to IUCN standard criteria.

Resum

La xarxa FloraCat és un projecte col·laboratiu transfronterer per a l'estudi i seguiment de la flora rara i/o amenaçada de l'est dels Pirineus, activa des de 2012. Actualment, amb aquesta xarxa es fa un seguiment de totes les poblacions de *Delphinium montanum*, un endemisme escàs dels Pirineus orientals. L'actualització de la informació sobre aquesta espècie mostra que es troba en 8 sectors de presència, amb un mínim de 18 localitats, i que té una població global estimada de 7800-10.300 individus reproductors. Aquesta població es concentra a la serra del Cadí (65-70 % del total) i al massís del Puigmal en sentit ampli (25-30 %). Les poblacions locals presenten tipologies diverses, que aparentment estan relacionades amb les característiques dels hàbitats, sobretot amb la disponibilitat de microhàbitats més o menys favorables per a la germinació i el creixement de les plantes en els primers anys de vida. La depredació dels mamífers herbívors (en especial isard) és alta a la major part de poblacions i afecta sobretot les estructures reproductives, però no hi ha evidències que incideixi sensiblement en la germinació ni el reclutament. El coneixement de les dinàmiques poblacionals és encara insuficient, però sembla que hi ha estabilitat a llarg termini a les poblacions més grans, mentre que algunes de mida mitjana han experimentat regressions recents fortes. Hi ha indicis que suggereixen que les poblacions més petites poden provenir de colonitzacions modernes o bé de la recuperació de poblacions temporalment desaparegudes a causa de la germinació de llavors persistents al sòl. Amb les dades disponibles, aquesta espècie es qualifica com a NT a escala global segons els criteris estàndard de la IUCN.

Introducció

L'any 2012 va començar un projecte de col·laboració transfronterera per al seguiment i la conservació de la flora d'interès especial dels Pirineus catalans en sentit ampli, que més endavant va adoptar el nom actual de xarxa FloraCat. Aquesta xarxa implica espais naturals protegits (parcs i reserves naturals), entitats i persones de la Catalunya nord — departament de Pyrénées-Orientales—, Catalunya sud — comunitat autònoma de Catalunya — i Andorra (Martin *et al.*, 2019). Fins ara, un dels objectius principals de FloraCat ha estat realitzar de forma coordinada estudis i seguiments de 10 espècies, utilitzant uns protocols comuns que permeten comparar les dades obtingudes a les diverses localitats. Una d'aquestes espècies és *Delphinium montanum* DC., la qual presenta la particularitat que s'ha aconseguit incloure en els seguiments de FloraCat totes les seves poblacions mundials. Una cobertura tan alta —total — d'una espècie de flora en projectes de seguiment a llarg termini és inusual, motiu pel qual s'ha considerat interessant fer en aquest article una síntesi dels coneixements obtinguts fins a l'actualitat.

Delphinium montanum és una ranunculàcia endèmica dels Pirineus orientals i que és coneguda d'un nombre baix de localitats. El seu hàbitat preferent són les tarteres més o menys estabilitzades de l'alta muntanya (estatge subalpí i alpí inferior). De forma secundària, alguns nuclis poblacionals es fan en altres hàbitats rocallosos (peus de cingle, entrada de

balmes, herbassars megafòrbics entre blocs de roca,...), però les plantes que hi viuen només representen una part anecdòtica del total. Es tracta d'un hemicriptòfit que anualment està actiu en el període entre els mesos de juny i octubre. Pot viure un nombre indeterminat d'anys, probablement fins a unes quantes dècades, tot i que no hi ha informació detallada sobre la seva longevitat. En general, s'assumeix que l'edat està relacionada amb el nombre de tiges basals dels individus, però no sembla que hi hagi una correlació directa entre el nombre de tiges i el nombre d'anys.

Aquesta espècie està relacionada filogenèticament amb el tàxon boreal *Delphinium elatum* L., al qual antigament s'havia subordinat com a subespècie amb el nom *D. elatum* subsp. *montanum*, i amb diversos altres *Delphinium* restringits a àrees més limitades de les muntanyes i estepes d'Europa i Àsia (Blanché, 1991; Wang *et al.*, 2013). Dins aquest grup, l'espècie aparentment més pròxima a *D. montanum* és *Delphinium dubium* (Rouy & Foucaud) Pawl., propi dels Alps sud-occidentals i que viu sobretot en herbassars megafòrbics. La informació disponible (López-Pujol *et al.*, 2007) indica que la diversitat genètica d'aquesta espècie és entre mitjana i baixa. La població del massís de Madres —l'única que es troba al nord de la fosa Cerdanya-Conflent— és la més diferenciada genèticament, segurament



Fotografia 1. A) Individu madur de *Delphinium montanum* — cliché Pere Aymerich; B) Flors de *Delphinium montanum* — cliché Pere Aymerich; C) Hàbitat principal: tarteres més o menys estabilitzades; Hàbitats secundaris: peu de cingle (D) i entrada de balmes (E) Clichés: Pere Aymerich i Xavier Oliver Martínez-Fornés.

a causa d'un isolament antic, mentre que la resta de poblacions —situades al llarg de l'eix Cadí-Puigmal — són més similars.

A causa de la seva raresa global, aquesta espècie ha estat considerada d'interès conservacionista alt. Ha estat qualificada com a tàxon amenaçat, amb la categoria de la IUCN (2012) VU (Vulnerable) en les avaluacions regionals de Catalunya (Sáez *et al.*, 2010) i França (UICN France *et al.*, 2018). Actualment *D. montanum* té protecció legal a Catalunya (Decret 172/2008 de la Generalitat: Catàleg de flora amenaçada de Catalunya), però no a l'estat francès.

Material i mètodes

Síntesi informativa

Per a l'elaboració d'aquest article, s'ha fet un buidatge de les diverses fonts d'informació disponibles sobre *Delphinium montanum*. Una part d'aquesta informació ja ha estat publicada alguna vegada, i es cita com a bibliografia. Una altra part, més voluminosa, correspon a dades inèdites obtingudes pels espais protegits amb presència de l'espècie (Parcs Naturals de Cadí-Moixeró i de les Capçaleres del Ter-Freser, Reserves Naturals de Noedes i de la vall d'Eina), la Delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural i/o els autors de l'article.

Els seguiments de *Delphinium montanum* en el marc de FloraCat

Actualment, en el marc de la xarxa FloraCat, es fan seguiments de *Delphinium montanum* en 11 localitats, que abasten totes les àrees de presència o poblacions de l'espècie. A les localitats amb (sub)poblacions de mida petita o mitjana, els seguiments s'apliquen al conjunt de les plantes. A les localitats amb poblacions de mida gran, s'apliquen a mostres significatives (centenars d'individus) de cada població local. La periodicitat dels controls és diversa en cada localitat, en funció dels objectius i recursos de cada equip de seguiment: els nuclis de l'alt Ter i Noedes es controlen cada any, els de la vall d'Eina cada dos anys i els de la serra del Cadí cada cinc anys.

Les dades mínimes que s'obtenen en cada control són les següents:

- Cens d'individus, distingint 3 classes: reproductors (amb estructures florals), immaturs (plantes de més d'un any d'edat no reproductores) i plàntules (individus nascuts l'any que es fa el cens).
- Densitat d'individus.
- Estructura poblacional segons el percentatge relatiu de reproductors i immaturs.
- Estructura poblacional dels individus reproductors considerant el nombre de tiges basals que presenten, segons 3 classes: 1-5 tiges; 6-10 tiges; més de 10 tiges.

- Percentatge de plàntules sobre el total dels individus.
- Incidència de la depredació per mamífers herbívors, considerant el % d'individus afectats i el % mitjà d'afectació de les plantes individuals.

En la primera visita s'obtenen també dades sobre l'hàbitat i les plantes acompanyants. Aquestes dades s'espera que siguin útils per a avaluar canvis a mitjà i llarg termini, i es poden actualitzar en cada visita o amb una periodicitat més llarga.



Fotografia 2. Materialització d'una mostra de seguiment a la localitat de Noedes - cliché Alain Mangeot



Fotografia 3. Seguiment de *Delphinium montanum* a la localitat de VallTer - cliché Maria Martin

Resultats i discussió

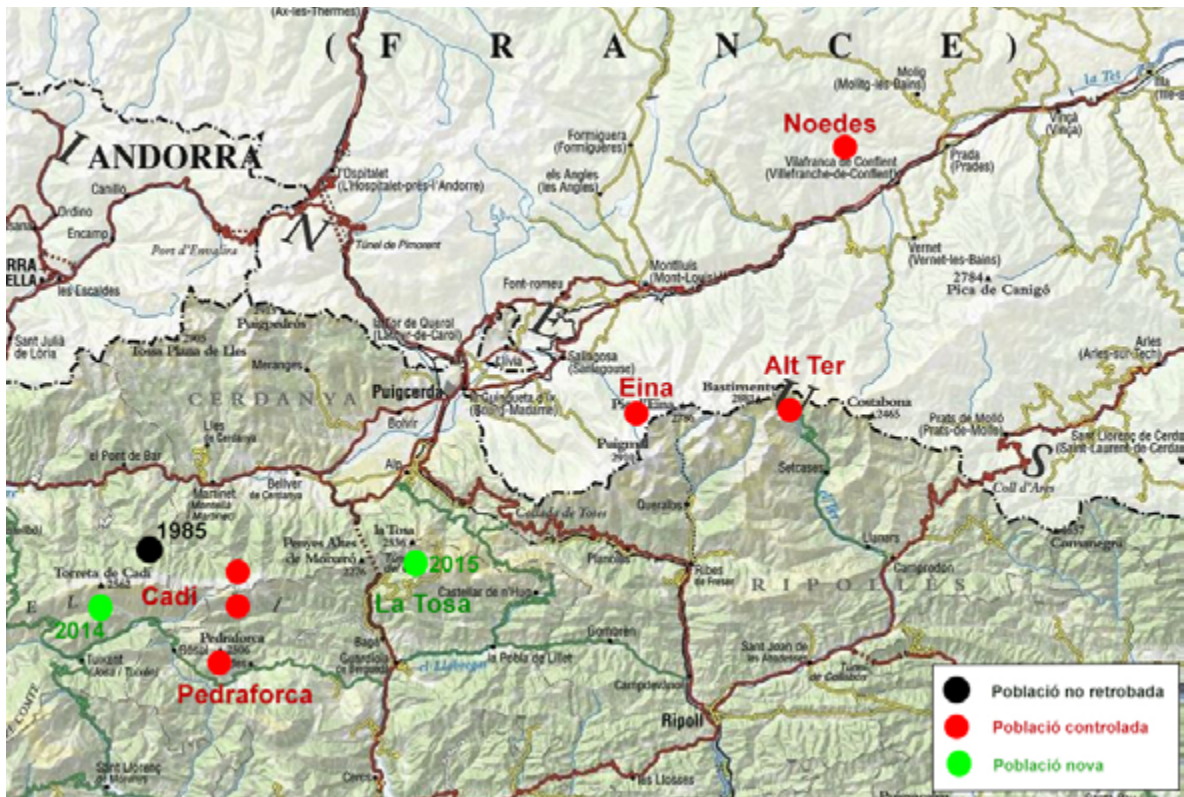
Distribució

Aquesta espècie viu en un nombre baix de localitats dels Pirineus orientals. La major part es troba en l'eix W-E que formen la serra del Cadí i el massís del Puigmal en sentit ampli, passant pel massís de la Tosa d'Alp. En aquesta àrea principal, les poblacions extremes estan separades per uns 60 km. Només una població queda fora d'aquest àmbit, la del massís de Madres a la vall de Noedes. Aquesta població de Noedes es troba a menys de 25 km en línia recta de poblacions actuals del massís del Puigmal, però està separada per la fosa de la Cerdanya-Conflent, que històricament deu haver actuat com a una barrera poc permeable.

La definició de les localitats no és senzilla, perquè en bona part dels sectors de presència es coneixen diversos nuclis o subpoblacions més o menys separats però pròxims, que es suposa que funcionalment estan interrelacionats. És probable que les interaccions entre els diversos nuclis d'un mateix sector siguin significatives i que —almenys a una escala temporal llarga— el conjunt dels nuclis tingui una dinàmica de metapoblació. Aquesta dinàmica sembla que es podria ajustar en la major part dels sectors a un model de població principal i poblacions perifèriques, ja que sovint s'observa una població nombrosa i una o diverses poblacions més petites al seu voltant. Però en algun cas (població de Bastanist a la serra del Cadí) s'aparta d'aquest model, perquè diversos nuclis pròxims presenten poblacions locals nombroses. Les interrelacions genètiques entre nuclis són d'alta probabilitat, ja que sembla relativament fàcil que els pol·linitzadors es desplacin entre diferents llocs pròxims. Les interrelacions poblacionals per dispersió de propàguls serien de probabilitat més baixa, però viables pel mecanisme de transport de llavors pels animals, sobretot agafades a ungulats salvatges (isards, muflons) o domèstics.

Per tal d'ordenar la informació disponible, hem distingit sectors de presència i nuclis o localitats discretes. Definim com a sectors de presència les àrees en què hi ha *Delphinium* i se suposa que poden acollir una sola població o metapoblació, tot i que la intensitat real de les interaccions entre nuclis es desconeix. Es defineixen com a nuclis o localitats de presència els llocs concrets en què hi ha agrupacions clares de *Delphinium*, que estan separades de les més pròximes per distàncies que van des de centenars de metres fins a uns quants quilòmetres. Quan en un sector de presència es coneix més d'un nucli, es considera probable que els nuclis acullin subpoblacions locals d'una metapoblació o població àmplia que s'estén pel conjunt del sector.

La distància entre sectors i nuclis és heterogènia, perquè per distingir un sector s'ha prioritzat el criteri funcional (probabilitat aparent d'interaccions freqüents entre nuclis) sobre el criteri de la seva separació espacial. Així, els diversos nuclis de l'alt Ter s'han inclòs en un mateix sector de presència, tot i que entre alguns hi ha distàncies de fins a 2 km. En canvi, els dos sectors de la serra del Cadí central (sud i nord) estan separats en algun punt per menys d'1 km i han estat considerats diferents, perquè la carena de la serra presenta unes característiques que sembla que poden fer que actui com a una barrera eficient contra les interaccions.



Mapa 1. Sectors de presència citats fins a 2019. Cercles vermells: sectors descoberts abans de 2010 i confirmats recentment. Cercles verds: sectors descoberts després de 2010. Cercle negre: sector que no ha estat confirmat després de 1990.

Amb una visió pràctica, és recomanable prioritzar les localitats abans definides com a unitat de seguiment o de gestió, ja que es corresponen bàsicament amb les localitats tal com les defineix la IUCN (2017) per a fer avaluacions de l'estat de conservació de les espècies.

El coneixement del nombre de localitats o nuclis de *Delphinium montanum* ha anat canviant amb els anys. Actualment i aplicant la definició feta més amunt, es coneixen 18 localitats amb presència confirmada de l'espècie després de l'any 2000. D'aquestes localitats, 6 són de descobriment molt recent, posterior a 2010 (Aymerich, 2015; Oliver *et al.*, 2019), entre les quals una de les quatre poblacions més importants de l'espècie (Torreta de Cadí). Recentment també s'han trobat dues localitats de les quals no hi havia dades des de feia dècades i que s'havia pensat que estaven extingides, al massís del Pedraforca i a l'alt Ter. Per contra, fa dècades que no s'ha relocalitzat una altra localitat citada històricament, a la serra del Cadí. Cal precisar també que, en algunes àrees de l'alt Ter, les localitzacions actuals no són les mateixes que les de citacions històriques a la mateixa localitat, motiu pel qual sembla que podria haver-hi hagut un cert desplaçament, a llarg termini, de les subpoblacions.

El Mapa 1 i la Taula 1 sintetitzen la informació actualment disponible sobre la distribució de *D. montanum*.

Població

La població global estimada, segons dades de les dues darreres dècades que abasten totes les localitats conegudes, és de 7800-10.300 individus reproductors. Aquesta xifra és superior a la de 6000-6500 reproductors donada per López-Pujol *et al.* (2007), però s'ajusta a l'estimació de menys de 10.000 reproductors proposada per Aymerich & Sáez (2001). Els canvis més importants en relació amb informacions publicades prèviament deriven del descobriment de noves poblacions a la Catalunya sud, on s'ha passat d'una estimació d'uns 5000 reproductors (Sáez *et al.*, 2010) a un mínim d'uns 6000 segons les darreres dades.

Localitats actuals confirmades (posterior a l'any 2000)				
Àrea geogràfica	Sectors presència (n)	Llocs	Localitats (n)	Llocs
Serra del Cadí-Pedraforca	4	Torreta de Cadí	2	Torreta SW Portell de Cadí
		Capçalera de Bastanist	3	Tartera de les Llobateres Tartera de Madrastra Tartera del Verger Verd
		Serra Pedregosa	2	Tartera de serra Pedregosa Cortils
		Pedraforca	1	Enforcadura W
Massís de la Tosa d'Alp	1	Tosa d'Alp sud	1	Canal Freda
Massís del Puigmal ampli	2	Vall d'Eina	2	Orri de Baix/Forn Calç — Coma Armada Cambradase
		Alt Ter	6	Torrent de Mentet Torrent de Morens Coma Ombriaga Coma de l'Orri Les Borregues Fontlletera
Massís de Madres	1	Vall de Noedes	1	Mont Coronat
Localitats antigues no retrobades				
Àrea geogràfica	Localitats (n)	Lloc	Data darrera observació	
Serra del Cadí-Pedraforca	1	Vessant nord, sobre Cava	1985	

Taula 1. Distribució de *Delphinium montanum*.

La Taula 2 sintetitza les dades poblacionals que es tenen del període 1998-2019 als diversos sectors de presència. Com es pot veure, les quatre poblacions més nombroses es troben en tres

sectors de la serra del Cadí i a la vall d'Eina. Per àrees geogràfiques, la més important és el Cadí-Pedraforca, on es concentra un 65-70 % de la població global de l'espècie (5450-6700 individus reproductors), seguida del massís del Puigmal, on es troba al voltant del 25-30 % (2200-2700 reproductors). Les àrees dels massissos de Madres i la Tosa d'Alp resulten numèricament marginals, en especial després de la caiguda de la població reproductora de la vall de Noedes.

Les xifres anteriors fan referència a individus reproductors, però és habitual que a les poblacions hi hagi una quantitat gran d'individus immadurs, de més d'un any d'edat i que encara no es reproduïen (vegeu l'apartat següent). Segons les dades disponibles, el nombre total d'individus immadurs no seria inferior als 8000.

Sector de presència	Població conjunta (n)	Interval mida subpoblacions (n, mínima-màxima)	Any/s cens o estimació
Torreta de Cadí	1850 — 2300	250-2000	2015
Capçalera de Bastanist	2500-3100	?	1998
Serra Pedregosa	1100-1300	125-1200	1998
Pedraforca	5	-	2019
Tosa d'Alp sud	35	-	2016
Vall d'Eina*	c. 2000	200-1900	2013
Alt Ter**	276-784	7-784	2007-2017
Vall de Noedes	0-300	-	1998-2018

Taula 2. Poblacions efectives (nombre d'individus reproductors) censades o estimades als diversos sectors de presència. *En aquest sector no hi ha dades recents de la subpoblació de Cambradase, motiu pel qual s'ha utilitzat l'estimació de 200 individus l'any 2002 feta per López-Pujol *et al.* (2007): c. 200 ind. l'any 2002). *No estan incloses en el cens 1-2 localitats descobertes l'any 2018.

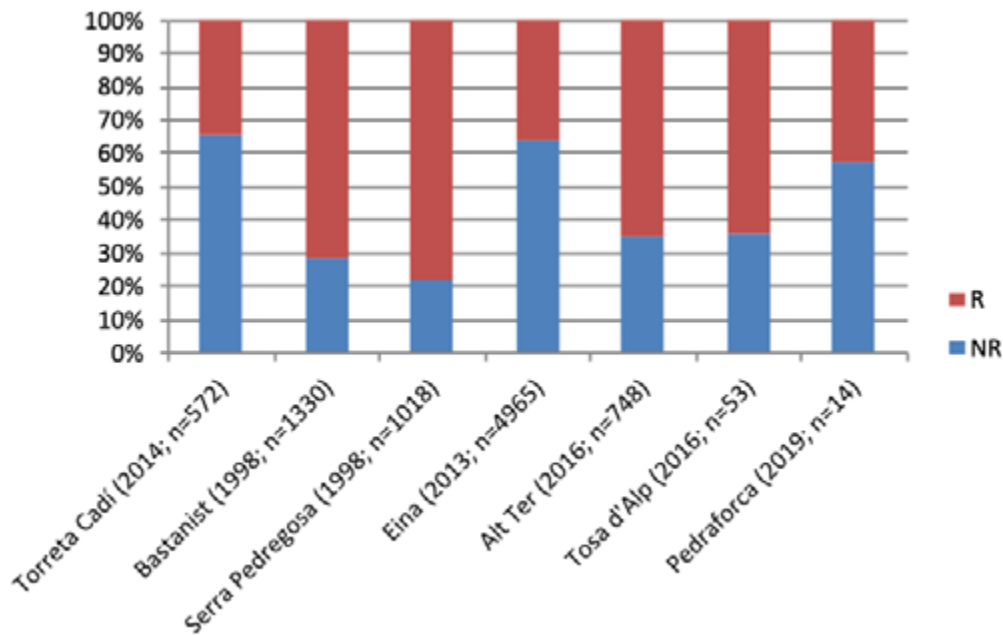
Estructura de les poblacions

Les poblacions locals presenten característiques diverses segons els sectors i localitats, i sovint també en diversos punts d'una mateixa localitat. Aquestes característiques es considera que depenen de les condicions ambientals locals i de les dinàmiques poblacionals, i es reflecteixen en les seves estructures, que tenen un valor indicador. Les dades estructurals de més interès indicador són les referides al percentatge d'individus reproductors, a les mides d'aquests reproductors i a la quantitat de plàntules.

Percentatge de reproductors

El percentatge d'individus reproductors, en relació amb el total de la suma de reproductors i immadurs (plàntules excloses), mostra variacions notables segons els sectors de presència,

tant si les poblacions són grans com mitjanes o petites (Gràfica 1). En aquesta gràfica no es mostren dades de la població de Noedes, a causa de la situació especial dels darrers anys, sense individus reproductors (vegeu comentaris més endavant), però fins als anys 2000



Gràfica 1. Estructura poblacional segons els percentatges relatius (%) d'individus reproductors (R) i immadurs (NR). Per a cada sector s'indica la mostra de cens (n) i l'any. En les tres poblacions del Cadí (Torreta, Bastanist i Pedregosa) les dades es refereixen a mostres de la població, mentre que a la resta de sectors corresponen a censos totals.

s'havien estimat percentatges de reproductors i immadurs similars, al voltant del 50 %.

Considerant les quatre poblacions més grans, s'observa un contrast entre dues amb predomini d'immadurs (Torreta i Eina) i dues amb predomini de reproductors (Bastanist i serra Pedregosa). Aquestes diferències es poden relacionar amb dinàmiques poblacionals més o menys intenses, derivades de les taxes de reclutament i/o mortalitat. Els percentatges molt elevats d'individus reproductors es pot considerar que són indicadors de poblacions amb dinàmiques febles, que tenen una mortalitat i un reclutament baixos, mentre que percentatges baixos de reproductors es considera que indiquen dinàmiques intenses, amb mortalitats i/o reclutaments alts. Aquestes dinàmiques semblen relacionades amb les característiques de l'hàbitat i, particularment, amb les oportunitats per al reclutament i el desenvolupament dels immadurs durant uns anys. És dubtós, en canvi, que tinguin relació amb dinàmiques poblacionals a llarg termini, ja que les escasses dades disponibles indicarien una estabilitat general tant en poblacions amb percentatges alts de reproductors (Bastanist i serra Pedregosa) com amb percentatges baixos (Eina). Observacions recents

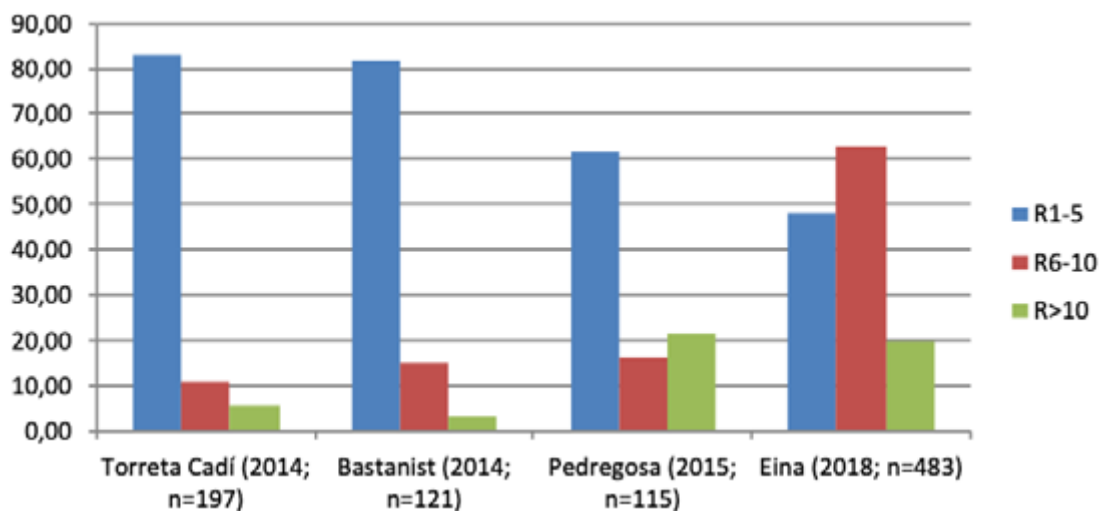
a la població de Torreta de Cadí suggereixen que en llocs amb densitats altes d'imadurs la seva mortalitat és alta, de manera que finalment són pocs els que s'integren a la fracció reproductora i la població podria mantenir a llarg termini unes proporcions similars de reproductors i imadurs.

Si es consideren les poblacions locals (subpoblacions) de cada localitat dins un sector de presència, la variabilitat és encara més alta. A més, també hi ha sovint una variabilitat molt alta entre diferents punts d'una mateixa localitat. Aquestes variacions a escala mitjana o petita reflecteixen la diversitat local de les condicions de l'hàbitat. En general, en hàbitats molt estables (tarteres fixades, peus de cingle) els percentatges d'imadurs tendeixen a ser baixos. En canvi, en hàbitats amb perturbacions recurrents (tarteres semiestabilitzades) els imadurs són més abundants, perquè els lliscaments de roques creen microhàbitats favorables a la germinació i al creixement de plantes joves, sense que això sigui garantia que sobrevisquin fins assolir l'estadi reproductor.

Distribució de mides dels individus reproductors

El nombre de tiges basals que té un individu es considera que, en general, està relacionat amb la seva edat, de manera que es pot utilitzar per obtenir una aproximació (imprecisa) a l'estructura poblacional per edats.

Les poblacions grans típicament mostren plantes de mides i edats molt diverses (Gràfica 2). La mida majoritària sol ser la de plantes reproductores petites (1-5 tiges), com s'observa a les tres poblacions de la serra del Cadí, cosa que suggereix que hi ha una mortalitat progressiva de les plantes en diferents edats i que només una petita part aconsegueix una longevitat gran.

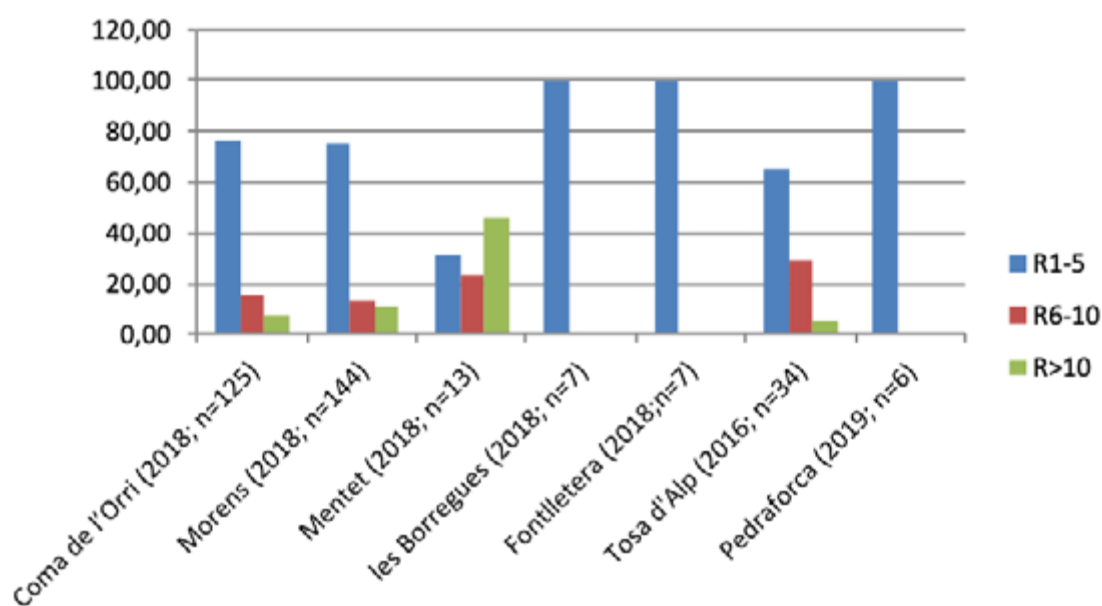


Gràfica 2. Estructura poblacional en mostres de les quatre poblacions principals de *D. montanum* segons els percentatges relatius (%) de tres classes de mides dels individus reproductors, en funció del seu nombre de tiges basals: 1-5 tiges, 6-10 tiges i >10 tiges.

Aquesta mortalitat es deu produir sobretot en els primers anys de vida, perquè sovint són poques les que ja passen a tenir més de 5 tiges. La gràfica de la població d'Eina es desvia d'aquest model, perquè la classe més freqüent és la intermèdia de 6 a 10 tiges, però és probable que això sigui degut a una representativitat baixa de les parcel·les de seguiment, ja que al conjunt de la població dominen àmpliament les plantes no reproductores i, per contra, a la mostra utilitzada el 90 % dels individus són reproductors.

En poblacions i subpoblacions petites i mitjanes les situacions són més heterogènies (Gràfica 3). En alguns llocs, l'estructura és similar a la de les poblacions grans (Coma de l'Orri, Morens o Tosa d'Alp), mentre que en altres hi ha un predomini de les plantes de més edat (Mentet) o, al contrari, aquestes són absents (Borregues, Fontlletera o Pedraforca). Si s'analitzen parts petites d'una mateixa població gran, la variabilitat és també molt alta (Aymerich, 2003).

De forma orientativa, s'assumeix que poblacions amb un percentatge molt gran de plantes amb un gran nombre de tiges tenen dinàmiques febles i es podrien considerar antigues o envellides. Per contra, poblacions que gairebé no tenen plantes amb un nombre elevat de tiges poden ser indicadores sobretot de tres situacions: 1) Dinàmiques molt intenses, amb reclutament i/o mortalitat alts a curt i mitjà termini; 2) Poblacions o parts de poblacions de creació relativament recent, derivades de colonitzacions; 3) Poblacions antigues que han experimentat un descens catastròfic de la població reproductora i estan en fase de recuperació. Aplicant els criteris anteriors a les poblacions o subpoblacions amb estructures



Gràfica 3. Estructura poblacional en el conjunt de poblacions i subpoblacions petites o mitjanes de *D. montanum* segons els percentatges relatius (%) de tres classes de mides dels individus reproductors, en funció del seu nombre de tiges basals: 1-5 tiges, 6-10 tiges i >10 tiges.

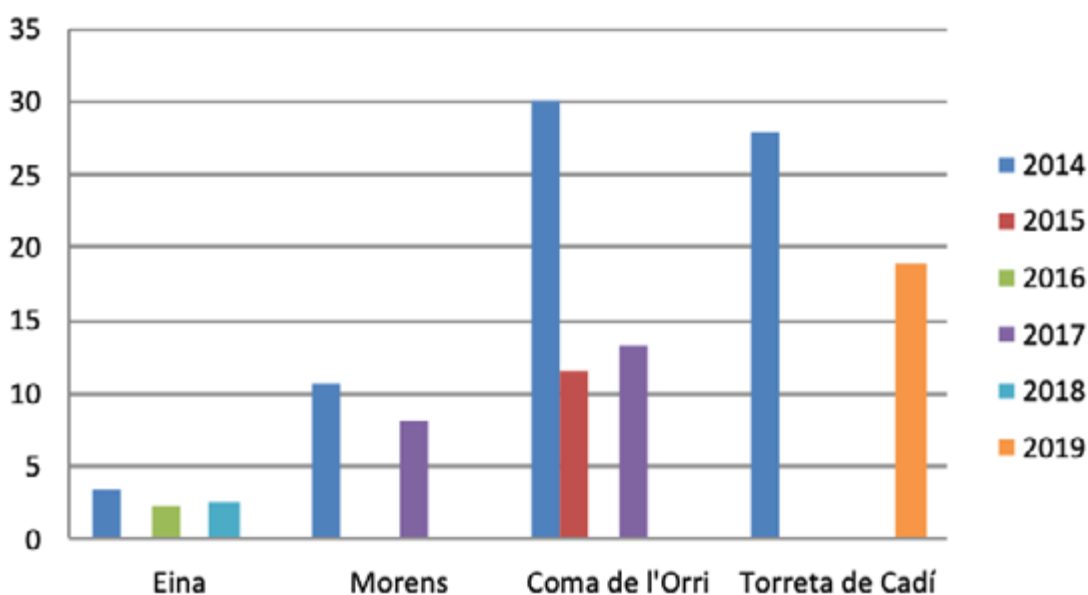
més atípiques, la de Mentet es pot considerar una subpoblació envellida, mentre que les de Fontlletera, Borregues i Pedraforca podrien correspondre a alguna de les situacions indicades per a nuclis que només tenen plantes amb poques tiges.

Percentatge de plàntules

El percentatge de plàntules (individus de menys d'un any) és la dada més variable que s'obté quan es fan censos en poblacions de *Delphinium montanum*. S'observa variabilitat entre poblacions, en una mateixa població entre diferents anys i fins i tot dins una mateixa població segons les setmanes d'un mateix any. El seguiment detallat de parcel·les a la serra del Cadí va mostrar una mortalitat alta de plàntules a curt termini i al llarg de tot l'estiu, que era parcialment compensada pel naixement de noves plàntules també durant un període prolongat (Aymerich, 2003).

Aquesta variabilitat, sovint dependent del moment del cens, fa que el percentatge de plàntules tingui un valor indicador més aviat baix. Sí que pot resultar indicatiu de condicions meteorològiques o de microhàbitat favorables per a la germinació. En canvi, té poc valor per avaluar la tendència a llarg termini de les poblacions, perquè hi ha molt poca relació entre la producció de plàntules i el reclutament (producció d'immadurs de més d'un any), a causa del fet que la gran majoria de les plàntules sol morir el mateix any que neixen (Aymerich, 2003).

A la Gràfica 4 es mostren uns quants exemples de dades puntuals, amb situacions ben diverses. A la mostra d'Eina es manté tots els anys una producció baixa de plàntules,



Gràfica 4. Exemples de variació del percentatge de plàntules (% sobre el cens total) en diverses subpoblacions o mostres en el període 2014-2019. Les dades d'Eina i de Torreta de Cadí es refereixen a mostres de les poblacions, mentre que les de Morens i Coma de l'Orri són del conjunt de cada subpoblació.

possiblement deguda al fet que les parcel·les de seguiment es localitzen en llocs amb plantes grosses i amb poques oportunitats per a la germinació. A Torreta de Cadí, Morens i Coma de l'Orri s'observa tots els anys una producció de plàntules més o menys important, però amb variacions interanuals notables.

Depredació

Des de fa anys es coneix que les poblacions de *Delphinium montanum* suporten una depredació important per part de mamífers herbívors. La depredació més visible es la que exerceixen els isards (*Rupicapra pyrenaica*) sobre les inflorescències, que a la gran població de serra Pedregosa s'havia estimat que causa una pèrdua de fruits o llavors de més del 90 % (Simon *et al.*, 2001) o del 99 % (Aymerich, 2003). En aquesta mateixa localitat també es va observar un consum notable per part d'un rosegador herbívor, el talpó de tartera (*Chionomys nivalis*), que aparentment només afecta les fulles (Aymerich, 2003). No es pot excloure que altres ungulats —salvatges o domèstics— consumeixin aquesta planta, però no s'ha verificat, mentre que la depredació per altres rosegadors autòctons sembla improbable perquè en aquests hàbitats el talpó de tartera és l'única espècie comuna. Resta per determinar la incidència d'un rosegador introduït i en expansió forta, la marmota alpina (*Marmota marmota*), que actualment té poblacions més o menys pròximes a gairebé totes les localitats de *D. montanum*, especialment a les del massís del Puigmal.

Les dades obtingudes en temps més recents han confirmat que la depredació intensa de parts de *D. montanum* és un fenomen habitual en les poblacions d'aquesta espècie, i que es pot considerar que entra dins una certa “normalitat” de la seva dinàmica poblacional. Segons dades generades entre 2014 i 2018 per la xarxa FloraCat, s'ha constatat depredació en pràcticament tots els nuclis, bé que amb diferències grans entre àrees geogràfiques. És sempre molt intensa (70-90 % de les plantes) a les poblacions de la serra del Cadí, baixa (al voltant del 20 %) als llocs de seguiment de la vall d'Eina i variable segons nuclis i anys a les diverses localitats de l'alt Ter (0-100 %).

Tot i que en un primer moment s'havia associat la depredació intensa a unes densitats locals excessives d'isards i a un conflicte de gestió (Simon *et al.*, 2001), més endavant s'ha vist que hi ha igualment depredacions fortes en llocs amb densitats molt baixes d'isards. Sí que és cert que a la població de serra Pedregosa —on primer es va detectar aquest fenomen— una reducció pròxima al 50 % del nombre d'isards va reduir la depredació de *Delphinium* fins a un 25 % entre 1998 i 2007 (dades inèdites). Però en aquest mateix període i població, el percentatge de plàntules va passar del 20 % al 5 %, és a dir que la caiguda de la depredació no va propiciar un increment de la germinació.

En general, sembla que la depredació no té una incidència significativa en el reclutament ni en la dinàmica poblacional (Aymerich, 2003; Aymerich *et al.*, 2002). L'ampliació de dades dels darrers anys confirma aquesta baixa incidència, ja que s'observen tant poblacions amb depredació molt forta des de fa dues dècades i que tenen un reclutament alt com poblacions amb depredació feble i amb poc reclutament o en situació precària. Tot i això no es pot

excloure que tingui efectes negatius en poblacions molt petites o que ja estan sotmeses a altres factors de risc, com podria ser el cas d'algunes localitats de l'alt Ter o de Noedes.

Dinàmiques poblacionals

Els seguiments que es fan en el marc de FloraCat han generat fins ara sèries de dades de menys d'una dècada. Aquest període és insuficient per avaluar les tendències poblacionals d'una planta de vida llarga com *Delphinium montanum*. S'observen alguns canvis en períodes de 2-5 anys, o fins i tot entre anys successius, però resulta difícil separar els canvis relacionats amb factors conjunturals (sobretot meteorològics) dels canvis que poden indicar tendències a llarg termini.

Sí que es tenen, però, dades més antigues d'unes poques poblacions, que abasten en algun cas fins a més de dues dècades. Aquestes dades permeten inferir algunes tendències a llarg termini, tot i que la informació dels diferents anys sovint no és del tot comparable.

Poblacions grans: estabilitat aparent

Als grans sectors d'Eina i de la serra del Cadí es tenen dades parcials que suggereixen una estabilitat de les poblacions. Aquesta estabilitat general no vol dir que no hi hagi canvis entre anys o en determinats punts del poblament, que efectivament s'han constatat, però el conjunt de la població manté unes característiques similars.

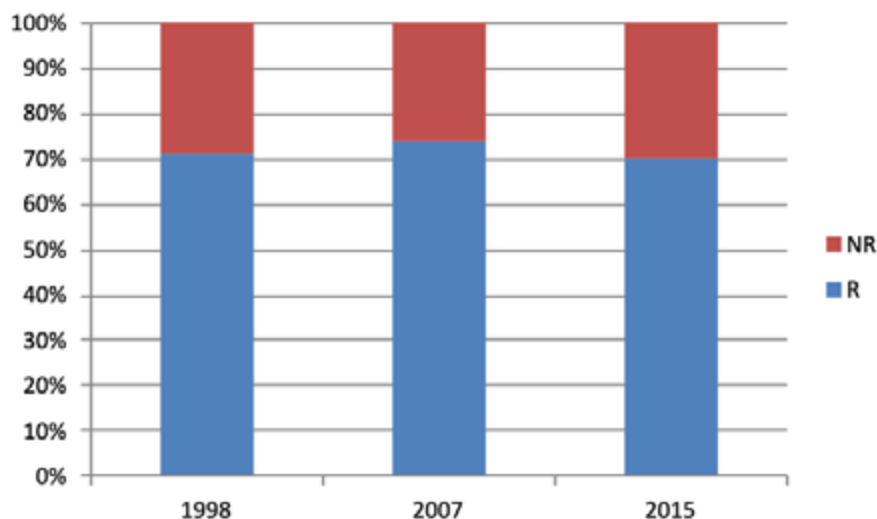
A Eina es disposa de dos censos dels anys 2002 (López-Pujol *et al.*, 2007) i 2013 (aquest article), que van tenir uns resultats poc diferents: 1580 individus reproductors el 2002 i 1876 el 2013. Amb una població d'aquesta mida, una diferència de 300 individus es pot considerar petita i en part podria derivar de metodologies de cens diferents. Així, aquestes dades indicarien probablement estabilitat amb tendència a l'increment.

A la serra del Cadí no s'han fet censos totals, però entre 1998 i 2014 es disposa de tres avaluacions de les estructures poblacionals a serra Pedregosa, fetes amb mostres grans de plantes d'àrees molt similars. Aquestes dades mostren variacions petites, d'un màxim de 4 punts percentuals en els % relatius d'individus reproductors i immadurs (Gràfica 5). Una variació tan feble en les estructures suggereix una estabilitat en les característiques generals de la població. Cal afegir que ni a serra Pedregosa ni a Bastanist s'han observat canvis significatius en el perímetre de distribució local de *D. montanum*.

Poblacions mitjanes amb dinàmiques estranyes

Dues de les tres poblacions o subpoblacions de mida mitjana han experimentat en els darrers temps dinàmiques estranyes, que amb les dades actuals encara no sabem interpretar bé i esperem millorar amb els seguiments de FloraCat.

La població de Noedes, que fins a 2005 tenia uns 700 individus (50 % reproductors) va experimentar una caiguda molt forta entre els anys 2006 i 2008, que va fer que el 2009



Gràfica 5. Estructures de la població en mostres poblacionals de serra Pedregosa en tres anys diferents, segons els percentatges relatius d'individus reproductors (R) i immadurs (NR).

ja no s'observés cap individu reproductor. No se sap si aquesta caiguda va ser sobtada o progressiva, perquè no es van fer controls en el període 2006-2008. Des de 2010 hi torna a haver plantes (entre 100 i 200), però totes són plàntules de l'any o immadures de mida molt petita. En el període 2010-2019 cap planta ha estat capaç de madurar fins a convertir-se en reproductora. Ara per ara es desconeixen tant les causes de la desaparició temporal de la població com de la seva recuperació inesperadament lenta, només s'han plantejat hipòtesis. La hipòtesi més plausible per a la desaparició temporal és una mortalitat catastròfica entre 2006 i 2008, deguda a causes meteorològiques o a alguna malaltia. Sembla més probable que la causa fos la sequera intensa dels anys 2006 i 2007, que va causar caigudes similars en algunes altres plantes rares que són objecte de seguiment als Pirineus (per exemple *Orchis spitzelii*). Una malaltia és menys probable, ja que possiblement també hauria afectat les plantes del gènere *Aconitum* —pròximes als *Delphinium*— i això no es va observar. És encara més difícil d'interpretar la manca d'individus reproductors 10 anys després de l'aparició de noves plàntules, perquè en general s'havia suposat que aquesta espècie podia assolir l'estadi reproductor en un temps no gaire superior als 5 anys, però les observacions de Noedes suggereixen que la maduració podria ser molt més lenta. Una alternativa seria que no hi hagi incorporació de reproductors perquè tots els joves es van morir per alguna causa desconeguda. En tot cas, és interessant remarcar que la dinàmica recent a Noedes ha permès constatar que les llavors de *D. montanum* resten viables al sòl, en quantitats importants, durant més de 10 anys.

A l'alt Ter, la subpoblació de la Coma de l'Orri ha passat d'un cens pròxim a 700 individus reproductors l'any 2007 a xifres que no arriben als 200 els darrers anys, després d'una caiguda espectacular que es va produir l'any 2013 i va suposar una pèrdua del 46,8% dels reproductors de la població (Oliver, 2019). Aquesta caiguda s'ha atribuït a la depredació per

mamífers i sobretot a rosegadors, que consumeixen moltes plantes gairebé fins a la base, de manera que fins i tot es pot fer difícil distingir els individus reproductors dels immadurs. Cal obtenir més informació d'aquests fenòmens de depredació que es repeteixen periòdicament i dels seus efectes sobre la dinàmica de la població.

Poblacions petites: colonitzacions i “renaixements”?

Les poblacions més petites actualment conegudes presenten unes característiques que suggereixen que les localitats de *Delphinium montanum* són menys estables o permanents en el temps del que es podria pensar.

Els petits nuclis de la Tosa d'Alp, Fontlletera i les Borregues mostren indicis que podrien ser de formació relativament moderna. Els de Fontlletera i les Borregues tenen molt poques plantes i cap d'elles presenta més de cinc tiges, cosa que suggereix que es tracta d'individus de pocs anys d'edat i, en conseqüència, podrien derivar d'una colonització força recent. Si fossin nuclis de presència antics, caldria esperar que almenys una part de les plantes tingués un nombre alt de tiges. A la Tosa d'Alp hi ha més plantes i 12 (35 %) ja tenen més de cinc tiges. Però en aquesta població sorprèn molt que *D. montanum* estigui limitat a un hàbitat secundari (balmes en un peu de cingle) i que no es trobi a les extenses tarteres (hàbitat preferent) que hi ha a menys de 10 m. Sembla improbable que, si es tracta d'una població antiga, no hagi tingut temps de colonitzar en alguna mesura les tarteres, motiu pel qual resulta plausible que es tracti d'una població generada per una colonització que es va produir fa poques dècades. En aquest darrer cas, és interessant el fet que la població coneguda més pròxima es troba a uns 15 km, de manera que la dispersió es podria haver produït per dispersió a una distància mitjana-llarga.

És diferent el cas d'una altra població molt petita, la del Pedraforca, que l'any 2019 tenia 14 individus. En aquesta localitat ja hi havia una observació d'uns quants individus de *D. montanum* de l'any 1983 (Busquets, 1983), però prospeccions fetes més endavant (López-Pujol *et al.* 2007; dades inèdites) no van permetre retrobar-hi l'espècie, fins que el 2018 es van redescobrir casualment tres plantes. Actualment totes les plantes presenten menys de 6 tiges, motiu pel qual es considera probable que tinguin pocs anys. Aquesta relocalització després de 35 anys fa pensar que es podria tractar d'una població “renascuda”, que podria haver desaparegut temporalment i es pot haver reactivat anys després per germinació de llavors latents. En aquest sentit, les observacions recents a Noedes confirmen el potencial de germinació de les llavors anys després d'haver estat produïdes. Fenòmens d'aquest tipus podrien explicar la no relocalització d'una localitat de la serra del Cadí (Cava) o l'aparent desaparició temporal seguida de relocalitzacions a una certa distància en localitats de l'alt Ter (Coma de l'Orri, torrent de Mentet).

Avaluació de l'estat de conservació

Les avaluacions de la categoria de risc de la IUCN (2012) vigents van assignar a aquesta espècie la categoria VU (Vulnerable) als dos àmbits administratius en què es troba, Catalunya

(Sáez *et al.*, 2010) i França (IUCN France *et al.*, 2018), és a dir que es considera un tàxon amenaçat.

A escala global, amb les dades exposades en aquest treball, no qualifica com a espècie amenaçada i la categoria de la IUCN (2012, 2017) que li correspon és NT (Quasi Amenaçada).

Els motius pels quals no qualifica com a amenaçada són els següents: 1) No entra en els criteris A i C perquè no s'han observat o inferit regressions que afectin la població global en els percentatges establerts, tot i algunes disminucions locals. 2) No entra en el criteri B perquè es coneixen més de 10 localitats, no hi ha un declivi continu ni tampoc fluctuacions de la magnitud establerta i que afectin tota la població. 3) No entra en el criteri D perquè la població local té més de 1000 individus reproductors i es troba en més de 5 localitats. 4) El criteri E no és aplicable perquè no s'ha fet cap anàlisi quantitativa.

Es pot qualificar com a NT perquè s'acostaria al criteri i subcriteri C1 a causa de tenir una població reproductora que volta els 10.000 individus i de l'existència d'una disminució d'individus reproductors que es podria aproximar (però sense arribar-hi) al 10 % global, tot i estar restringida a les localitats de Noedes i Coma de l'Orri.

Agraïments

Agraïm la col·laboració en els seguiments a la delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural i als Parcs Naturals del Cadí-Moixeró i Capçaleres del Ter i del Freser (Catalunya sud), a les Reserves Naturals d'Eina i de Noedes i a la federació de les reserves naturals catalanes (Catalunya nord), i a totes les persones que alguna vegada han participat en els censos.

Bibliografia

- AYMERICH P (2003) Efectes de la depredació dels ungulats salvatges en la conservació de plantes rares: dos casos dels Pirineus orientals. *Acta Botanica Barcinonensia* 49: 147-164.
- AYMERICH P (2015) Notes florístiques de les conques altes dels rius Segre i Llobregat. III. *Orsis* 29: 1-28.
- AYMERICH P, GARCIA J (2002) Mountain ungulates and the conservation of scarce plant species: the cases of *Delphinium montanum* and *Xatardia scabra*. *Pirineos* 157: 227-230.
- AYMERICH P, SÁEZ L (2001) Dades sobre l'estatus d'algunes plantes endèmiques, amenaçades o rares a Catalunya (NE de la península Ibèrica). *Orsis* 16: 47-70.
- BLANCHÉ C (2001) Revisió biosistemàtica del gènere *Delphinium* L. a la península Ibèrica i a les illes Balears. *Arxius de la Secció de Ciències* 98. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.
- BUSQUETS JM, coord. (1983) Recull d'observacions biològiques i geològiques efectuades a les muntanyes del Berguedà. *L'Erol* 7: 13-17.
- IUCN (2012) IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Second edition. Gland & Cambridge.

- IUCN (2017) Guidelines for using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 1.3. IUCN Standards and Petitions Subcommittee. Gland & Cambridge.
- LÓPEZ-PUJOL J, ORELLANA MR, BOSCH M, SIMON J, BLANCHÉ C (2007) Low genetic diversity and allozymic evidence for autopolyploidy in the tetraploid Pyrenean endemic larkspur *Delphinium montanum* (Ranunculaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 155: 211-222.
- MARTIN M (2018) *Delphinium montanum* DC — Suivis de la Station du Pas de l'Estret 24 juillet 2018. Réserve naturelle nationale de Nohèdes. Rapport inédit.
- MARTIN M, MENDEZ S, coord. (2019) Le dossier du mois: FloraCat. La coopération transfrontalière au service de la préservation de la flore. *Natura Catalana. La lettre des Réserves Naturelles Catalanes* 37: 4-11.
- OLIVER X, GUARDIOLA M, VILA A (2019) Memoria de seguiment de *Delphinium montanum* del Parc Natural de Capçaleres del Ter i del Freser, 2018. Parc Natural de Capçaleres del Ter i del Freser, Generalitat de Catalunya i delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Historia Natural. Informe inédit.
- OLIVER X (2019) L'esperó de muntanya *Delphinium montanum*. In: *Natura Catalana. La lettre des Réserves Naturelles Catalanes* 37: 6-7.
- SÁEZ L, AYMERICH P, BLANCHÉ C (2010) *Llibre Vermell de les plantes vasculares endèmiques i amenaçades de Catalunya*. Ed. Argania. Barcelona.
- SIMON J, BOSCH M, MOLERO J, BLANCHÉ C (2001) Conservation biology of the Pyrenean larkspur (*Delphinium montanum*): a case of conflict of plant versus animal conservation?. *Biological Conservation* 98: 305-314.
- IUCN France (2018) *La liste rouge des espèces menacées en France-Chapitre flore vasculaire de France métropolitaine*. Paris. France.
- WANG W, LIU Y, YU S-X, GAO T-G, CHEN Z-D (2013) *Gymnaconitum*, a new genus of Ranunculaceae endemic to the Qinghai-Tibetan Plateau. *Taxon* 62: 713-722.

“Ameztu Jaizkibel”: los marojales cantábricos como herramienta didáctica y divulgativa

Izaskun Cenoz¹, Amaia Agirre¹, Maier Gereka¹, Anaïs Mitxelena² & Íñaki Sanz-Azkue^{1,2}

¹Instituto Talaia BHI. Hondarribia, Gipuzkoa, isanz@aranzadi.eus; ²Sociedad de Ciencias Aranzadi. Donostia-San Sebastián, Gipuzkoa

Olvidemos los libros y centrémonos en nuestro entorno. ¿Dónde está situado nuestro colegio? ¿Qué valores, características y problemas medioambientales tiene el espacio protegido más cercano a él? ¿Cómo podemos ayudar a mejorarlo? Esas han sido las preguntas que han dado comienzo a “Ameztu Jaizkibel”, nuestro proyecto STEAM (Science, Technology, Engineering, Art & Mathematics). “Ameztu Jaizkibel” es un proyecto educativo y divulgativo en el que el alumno desarrolla sus competencias básicas y adquiere los contenidos curriculares participando activamente y decidiendo cómo actuar ante un problema real cercano (Aprendizaje Basado en Problemas).

Los alumnos de Ciencias aplicadas de 4º de la ESO del Instituto Talaia (Hondarribia, Gipuzkoa), dirigidos por sus profesores y asesorados por los técnicos del Departamento de Botánica de la Sociedad de Ciencias Aranzadi y la Dirección de Montes y Medio Natural de la Diputación Foral de Gipuzkoa, se han involucrado en la recuperación del marojal cantábrico (*Quercus pyrenaica*) (código 9230 en la Directiva Hábitat) de la ZEC Jaizkibel (ES2120017). ¡Manos a la obra!

Un 79% de la superficie del monte Jaizkibel estaría compuesto por marojal cantábrico si no fuera por la intervención humana, causante de su descenso actual al 6%. Esa fue la razón por la que los alumnos del Instituto Talaia aceptaron el reto y realizaron un muestreo exhaustivo de bellotas de marojo que posteriormente fueron germinadas en el laboratorio del instituto con distintas metodologías y resultados. El objetivo: trabajar la competencia científica a la vez que se participaba activamente en el conocimiento y la recuperación de nuestro entorno.

Fueron los mismos alumnos quienes con la ayuda y asesoría de la guardería forestal y los técnicos de Aranzadi realizaron las plantaciones de los marojos en claros de antiguas plantaciones de *Castanea crenata*. Dichas salidas fueron aprovechadas para conocer los trabajos de gestión y recuperación realizados, y la importancia ecológica de los marojales cantábricos del monte Jaizkibel.

El proyecto sigue su curso, y se ha extendido a todos los niveles de la ESO, involucrando a unos 500 alumnos, que han participado activamente en el mismo. Mediante exposiciones y salidas divulgativas “Ameztu Jaizkibel” se ha acercado a la ciudadanía, dejando a su vez un buen legado para todos los habitantes de Hondarribia.

Ecologia comparada de les plantes al·lòctones de la Coma de Burg (Farrera, Pirineus centrals catalans)

Àngel Romo

Institut Botànic de Barcelona IBB. CSIC-ICUB. a.romo@ibb.csic.es; angel.romo@gmail.com
<http://orcid.org/0000-0001-8135-8570>

Abstract

Comparative Plant Ecology of allochthonous plants from “la Coma de Burg” (Central Catalan Pyrenees)

The anthropized areas from “la Coma de Burg” have been thoroughly explored. On this site 232 different vascular plants were found in the ruderal and arvense environments, 175 of them are native (76%) and 57 are allochthonous plants (24%). The latter group is made up of 36 archeophytes and 21 neophytes. These results confirm that areas such as this one, with a low population density, situated in the central Pyrenees (with one of the lowest densities of the population of Catalonia, 1.97 hab / km², is found) and separated from the place of passage of the main communication channels of motorized transport, are not exempt from biological invasions.

In order to get to know the ecology of the allochthonous plants found in La Coma, the following functional attributes have been studied: forms of growth, mechanisms of vegetative dispersion; clonal growth organs; type of pollination; the dispersal mechanisms of diaspores; longevity of grains; human influence tolerance; cutting and grazing tolerance. The basic strategies of plants have also been calculated in accordance with John Philip Grime’s school guidelines at the “Unit of Comparative Plant Ecology (UCPE), Sheffield”. Among the results obtained are, for example, the low presence of clonal growth organs and the large number of taxa without vegetative reproduction among the studied plants. In pollination systems, the presence of anemogamous, melittophilous and myophyllilous plants is present, followed by autogamous, canttarophilous and psychophilous species. Among the mechanisms of dispersal of diaspores (seeds) anthropochory and anemochory, followed by

autochory stood out. The greater knowledge of the ecology of allochthonous plants allows us to outline their future expansion and how to approach their control more effectively.

Resum

He explorat minuciosament els ambients antropitzats de la Coma de Burg i a les zones ruderals i arvenses hi he trobat un total de 232 plantes vasculares diferents, de les quals 175 són nadiues (76%) i 57 són plantes al·lòctones (24%). Aquest últim grup és integrat per 36 arqueòfits i 21 neòfits.

Aquests resultats avalen que àrees com aquesta dels Pirineus centrals, amb una densitat de població baixa —s'hi troba una de les densitats de població més baixes de Catalunya (1,97 hab / km²)—, i apartades dels llocs de pas de les grans vies de comunicació del transport motoritzat, no són immunes a les invasions biològiques.

Amb la finalitat de conèixer millor l'ecologia de les plantes al·lòctones trobades a la Coma, he estudiat els següents atributs funcionals: formes de creixement, mecanismes de dispersió vegetativa; òrgans de creixement clonal; tipus de pol·linització; mecanismes de dispersió de les granes; longevitat de les granes; influència de la tolerància humana; tolerància a la tala i a la pastura. També he calculat les estratègies bàsiques de les plantes d'acord amb les directrius de l'escola de John Philip Grime a l'Unitat d'Ecologia Comparada de les Plantes (UCPE) de Sheffield.

Entre els resultats obtinguts destaquen, a tall d'exemple, l'escassetat d'òrgans de creixement clonal i el gran nombre de tàxons sense reproducció vegetativa entre les plantes estudiades. En els sistemes de pol·linització destaquen les plantes anemògames, mel·litòfiles i miòfiles, seguides per les espècies autògames, cantaròfiles i psicòfiles. Entre els mecanismes de dispersió de les granes destaquen l'antropocòria i l'anemocòria, seguides de l'autocòria.

Conèixer més l'ecologia de les plantes al·lòctones permet preveure'n la futura expansió i plantejar com abordar-ne el control d'una manera més efectiva.

Introducció

Els estudis sobre plantes al·lòctones als Pirineus es troben generalment en obres generals sobre flora i les monografies específiques sobre plantes al·lòctones són molt rares, o pràcticament no n'hi ha.

En aquest context em ve a la memòria el professor Janusz Bogdan Faliński (1934-2004), ara que fa quinze anys de la seva mort i vuitanta-cinc del seu naixement, el qual —el juny de l'any 2000, durant una expedició botànica a Podòlia (Ucraïna)— ens va suggerir l'estudi de les plantes al·lòctones, un treball ple d'interès.

Tot seguint les seves indicacions vam triar la Coma de Burg, àrea natural situada dins la comarca del Pallars Sobirà, als Pirineus centrals catalans, perquè reunia una sèrie de supòsits ideals per a dur-hi a terme aquest tipus d'estudi, entre els quals cal destacar els següents:

- la Coma de Burg es troba lluny de grans centres urbans i no és un lloc de pas per al transport motoritzat. Té una densitat de població molt baixa (1,97 hab / km²)
- a la Coma hi ha un gradient altitudinal fort —entre 824 m a les parts més baixes i 2.515 m a les parts més elevades—, on hi ha diferents estatges de vegetació; a més té un clima marcadament continental, ja que queda a recer de la influència marítima.

A més d'aquests condicionants hi ha un estudi previ publicat per Joan Farreny l'any 1978, que recull totes les plantes vasculares. Aquest estudi, doncs, ens permet veure quines plantes al·lòctones hi havia en aquella època i descobrir quines han arribat els darrers anys.

Mètode

He fet una exploració metòdica i exhaustiva de tots els hàbitats antropitzats de la Coma de Burg, al municipi de Farrera (Pallars Sobirà). Amb la finalitat de detectar totes les plantes que creixen en aquesta mena d'hàbitats, he aixecat inventaris per detectar totes les plantes que hi arrelen.

Amb l'objectiu de conèixer l'ecologia d'aquestes plantes (Romo 1993; 1997; 2001), he estudiat els seus atributs funcionals mitjançant l'observació directa al llarg del treball de camp. Un bloc d'aquests atributs està lligat al cicle vital, altres a la biologia de la reproducció, i un tercer bloc d'atributs és el de la tolerància a l'acció humana.

Vaig fer el treball de camp entre els mesos de juny i d'octubre dels anys 2013 i 2014.

Resultats

En els hàbitats antropogènics estudiats de la Coma han estat detectades 232 plantes vasculares diferents, de les quals 175 són plantes natives i 57 són plantes al·lòctones. Les al·lòctones són representades per 36 arqueòfits, 17 neòfits no agressius i 4 neòfits agressius o plantes invasores. El nombre total de neòfits trobats a la Coma de Burg constitueix el 9% del total de la flora ruderal.

Tipus vitals

He estudiat les formes de creixement que presentaven les plantes al·lòctones de la Coma. Hi destaca el nombre elevat de plantes anuals, seguides a força distància pels hemicriptòfits, els geòfits, els nanofaneròfits, els faneròfits i els camèfits (Taula 1).

Tipus vitals	Nombre d'espècies
Teròfits	40
Hemicriptòfits	14
Geòfits	5
Camèfits	1
Nanofaneròfits	4
Faneròfits	2

Taula 1. Els diferents tipus vitals de les espècies al·lòctones de la Coma de Burg.

Tipus de dispersió vegetativa

Seguint els criteris de Von Lampe (1999), he aplegat les espècies al·lòctones de la Coma de Burg segons el tipus de dispersió vegetativa, i hi destaca l'elevat nombre de tàxons que no en tenen; a continuació, i amb molta diferència, hi trobem els que tenen brots basals, els que presenten estolons i els que tenen brots d'arrels (Taula 2).

Tipus de dispersió vegetativa	Nombre d'espècies
Sense dispersió vegetativa	38
Amb brots basals	9
Amb estolons	7
Amb brots d'arrels	3

Taula 2. Nombre d'espècies al·lòctones de la Coma de Burg assignades als diferents tipus de dispersió vegetativa.

Tipus de pol·linització

Per als agents de pol·linització he fet servir la terminologia de Romo (2018). Agrupant les espècies al·lòctones de la Coma segons el tipus de pol·linització, destaca el nombre elevat de plantes pol·linitzades per abelles i abellots (mel·litòfiles) i a continuació, en ordre descendent, les plantes pol·linitzades per mosques (miòfiles), les pol·linitzades pel vent (anemògames), les autopol·linitzades (autògames), les pol·linitzades per escarabats (cantaròfiles), les pol·linitzades per les papallones (psicòfiles), les pol·linitzades pels

insectes heminòpters (heminopteròfiles), les pol·linitzades per vespes (vespidòfiles), les pol·linitzades per lepidòpters diürns (lepidopteròfiles), les pol·linitzades per papallones nocturnes (esfirongiròfiles), les pol·linitzades per altres insectes (entomògames) i, per últim, les pol·linitzades per heteròpters (heteropteròfiles) (Taula 3).

Tipus de pol·linització	Nombre d'espècies
Anemògames	14
Autògames	12
Cantaròfiles	8
Entomògames	2
Himenopteròfiles	5
Lepidopteròfiles	3
Mel·litòfiles	17
Miòfiles	16
Psicòfiles	8
Esfingidòfiles	2
Vespidòfiles	5
Heteropteròfiles	1

Taula 3. Nombre d'espècies al·lòctones de la Coma de Burg assignades als diferents tipus de pol·linització.

Tipus de dispersió de granes

L'estudi de la dispersió de les granes es basa en els criteris donats per Müller (1986) i per Romo (2018). Si agrupem les espècies al·lòctones de la Coma de Burg segons el tipus de dispersió de granes, destaquen les plantes disseminades pels corrents d'aire (anemòfiles), seguida de les que ho són pels animals. Aquests, o les dispersen sense ingerir (diszoocòria) o per ingestió (endozoocòria). Un altre bloc el formen les que són dispersades de forma involuntària pels animals (epizoocòria), el qual és seguit per les escampades per l'home (antropocòria). Per últim destaquen les que ho són per les formigues (mirmecocòria) i les que presenten disseminació inespecífica (autocòria) (Taula 4).

Tipus de dispersió de les granes	Nombre d'espècies
Antropocòria	11
Autocòria	4
Anemocòria	15
Dioscòria	14
Endozoocòria	13
Epizoocòria	8
Hidrocòria	0
Mirmecocòria	8

Taula 4. Nombre d'espècies al·lòctones de la Coma de Burg assignades als diferents tipus de dispersió de les granes.

Longevitat de les granes

Per estudiar aquest tribut funcional hem seguit els criteris establerts pels deixebles de Philipp Grime (Thompson *et al.*, 1993; Thompson *et al.*, 1997). En agrupar les espècies al·lòctones de la Coma de Burg segons la longevitat de les granes veiem que destaquen marcadament les plantes que conserven la vitalitat de les granes entre vint i cent anys. En ordre descendent i amb molta diferència trobem les que la conserven entre cinc i vint anys, i les que la conserven entre un i cinc anys. És remarcable constatar que les plantes les granes de les quals conserven la vitalitat més de cent anys, són ben poques i, també, que no hi ha espècies que conservin la vitalitat de les granes menys d'un any (Taula 5).

Longevitat de les granes	Nombre d'espècies
Fins a un any	0
1-5 anys	6
5-20 anys	6
20-100 anys	18
> 100 anys	3

Taula 5. Nombre d'espècies al·lòctones de la Coma de Burg assignades als diferents períodes de longevitat de les granes.

Tolerància al dall i a la pastura

Per estudiar aquest atribut funcional seguim els criteris de Briemle & Ellenberg 1994. La gran majoria d'espècies no tolera la pastura, ni l'eliminació física, i les que les toleren són poques i en un grau lleu (Taula 6).

Tolerància al dall i a la pastura	Nombre d'espècies
No toleren dall ni pastura	40
Les toleren malament	8
Les toleren poc	2
Les toleren moderadament	4
Les toleren bé	4

Taula 6. Nombre d'espècies al·lòctones de la Coma de Burg assignades als diferents graus de tolerància a la tala i a la pastura.

Tolerància a la influència humana

Els nivells de tolerància a la presència humana per part de les plantes van ser establerts per Witting *et al.* (1985) i per Kowarik (1988). Així, si agrupem les espècies segons el grau de tolerància a la influència humana destaca l'elevat nombre de plantes moderadament urbanòfiles; a continuació, destaquen les estrictament urbanòfiles i, finalment, les indiferents. També és remarcable l'absència de plantes urbanofòbiques (Taula 7).

Tolerància a la influència humana	Nombre d'espècies
Estrictament urbanòfiles	16
Moderadament urbanòfiles	25
Indiferents	15
Moderadament urbanofòbiques	0
Estrictament urbanofòbiques	0

Taula 7. Nombre d'espècies al·lòctones de la Coma de Burg agrupades segons la tolerància a la influència humana.

Estratègies bàsiques de les plantes segons Philip Grime de la UCPE

Les estratègies bàsiques de les plantes es fonamenten en la seva capacitat de sobreviure davant dues grans forces selectives: l'estrès i la destrucció de la biomassa. Per a assignar les espècies a les diferents estratègies faig servir els criteris de Grime (1979, 2001).

Entre els resultats obtinguts destaca que no hi ha plantes tolerants a l'estrès entre les al·lòctones. En canvi, tant les plantes competidores com les ruderals hi estan ben representades. El mateix succeeix amb les espècies assignades a estratègies intermèdies entre les competidores i les competidores ruderals (Taula 8).

Estratègies segons Grime	Nombre d'espècies
R	17
RRS	2
RS	0
RSS	1
S	0
CSS	1
CS	0
CCS	4
C	17
CCR	12
CR	0
CRR	17
CRS	3

Taula 8. Nombre d'espècies al·lòctones de la Coma de Burg agrupades segons les diferents estratègies bàsiques.

Discussió

Les àrees remotes, com és el cas de la Coma de Burg, no són immunes a les invasions biològiques de les plantes. L'àrea estudiada, malgrat la seva ubicació i la baixa presència humana, ha estat colonitzada per diferents plantes al·lòctones. A més, aquesta colonització es pot datar, ja que el fet d'haver-hi un catàleg previ de flora vascular d'aquest territori (Farreny, 1978) ens permet afirmar que molts neòfits hi han arribat els darrers trenta-cinc

anys. Una part important de les plantes invasores que en l'actualitat hi ha a la Coma són plantes de mida gran, vistoses i no passen pas desapercebudes; per això no podem pas pensar que no van ser detectades l'any 1978 per Farreny.

Els tàxons arribats els darrers temps a la Coma són: *Arundo donax*, *Buddleja davidii*, *Centranthus ruber*, *Cortaderia selloana*, *Impatiens balfourii* i *Pennisetum villosum*.

Un cas a part és el neòfit invasor *Senecio inaequidens*, citat un cop a la Coma de Burg i que no s'ha tornat a trobar, malgrat cercar-lo exhaustivament.

Immersos com ens trobem ara dins d'un canvi global i amb el canvi climàtic cada cop més manifest, és previsible l'arribada i l'expansió de noves plantes invasores a la Coma.

Amb aquesta previsió caldria fer un seguiment en el temps per a conèixer l'expansió de les probables plantes invasores futures i veure com evolucionen les ja arribades. En un escenari futur és previsible que les noves invasores provoquin pèrdues en la biodiversitat autòctona i minves en els recursos naturals que l'home utilitza per al seu benestar.

Agraiments

El treball de camp va ser realitzat durant els anys 2013 i 2014, amb el suport logístic del Centre d'Art i Natura (CAN) de Farrera i amb recursos propis.

Vull agrair a Eulàlia Nuet la revisió del text i als entranyables Cisco Solé (1948-2018) i Bernard Loughlin (1950-2018), aquest últim autor de l'obra *In the High Pyrenees: A new life in a Mountain Village*, ambdós veïns de Farrera, haver pogut compartir llargues converses sobre despoblament i usos tradicionals del territori en el decurs de les nostres estades a Farrera, que ens van fer comprendre millor l'empremta de l'acció humana a la Coma de Burg. Reposin en pau tots dos.

Bibliografia

- BRIEMLE G & ELLENBERG H (1994) Zur Mahdverträglichkeit von Grünlandpflanzen. *Natur und Landschaft*, 69: 139-147.
- GRIME JP (1979) *Plant Strategies and Vegetation Processes*. John Wiley and Sons, Chichester. 222 pàg.
- GRIME JP (2001) *Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties*. John Wiley & Sons, Chichester.
- KOWARIK L (1988) Zum menschlichen Einfluy auf Flora und Vegetation. Theoretische Konzepte und ein Quantifizierungsansatz am Beispiel von Berlin (West). *Landschaftsentwickl. Umweltforsch*, 56: 1-280.
- LOUGHLIN B (2005) *In the High Pyrenees: A new life in a Mountain Village*. Gardners Books. Eastbourne. 299 pàg.
- MÜLLER-SCHNEIDER P (1986). *Verbreitungsbiologie der Blütenpflanzen Graubündens*. Veröff. Geobot. Inst. ETH. Zürich, 85.

- ROMO ÀM (1993) Perspectives sobre els estudis de l'estructura i el funcionalisme de les comunitats vegetals mediterrànies. In Casassas E. & Alegret S. Terra i sòl. Monografies de la Secció de Ciències, 9: 139-161. Universitat Catalana d'Estiu, Institut d'Estudis Catalans, Barcelona.
- ROMO ÀM (1997) Fronteres de l'ecologia comparada de les plantes. In Alegret S. & Peretó J. L. Fronteres de la ciència. Monografies de la secció de Ciències, 14: 91-106. Universitat Catalana d'Estiu, Institut d'Estudis Catalans, Barcelona.
- ROMO ÀM (2001) El color de les plantes des de la perspectiva de l'ecologia comparada. In Peretó J. L. & Alegret, S. Llum i color. Monografies de la Secció de Ciències, 15: 97-111. Universitat Catalana d'Estiu, Institut d'Estudis Catalans, Barcelona.
- ROMO ÀM (2018) Woody plants on an oceanic island: seed dispersal syndromes, life forms, life-history and chorology along an altitudinal gradient of the biosphere reserve of El Hierro, Canary Isles (Spain): 51-65. In Tomaszewski, D. & Jagodźński, A.M. Biology and Ecology of woody plants. Bogucki Wydawnictwo Naukowe. Poznań. Poland.
- ROMO, ÀM (2019) Què ens aporta l'ecologia comparada a l'estudi de les plantes al·lòctones?: el cas de la Coma de Burg (Pirineus centrals catalans): 55-56. In: J. Bou & L. Villar (editors). Llibre de resums del XII Col·loqui Internacional de Botànica Pirenaico-Cantàbrica. Universitat de Girona. 74 pàgines.
- ROMO, ÀM (2019) Invasores en les zones de baixa densitat de població humana: el cas de la Coma de Burg (Pirineus centrals catalans), pàg. 17-19. In: II Jornades de Recerca del Parc Natural de l'Alt Pirineu. 67 pàg.
- ROMO, ÀM, IBÁÑEZ N & CAMPOS M (2016) Plantas alóctonas de la Coma de Burg (Pirineos Centrales). XI Coloquio Internacional de Botánica Pirenaico-Cantabrica. Oieregi, Nafarroa, 4-6 juliol 2016. Libro de resúmenes, pàgina 28, d'un total de 46.
- ROMO, ÀM, IBÁÑEZ N & CAMPOS M (en premsa) Plantas alóctonas de la Coma de Burg (Pirineos Centrales). XI Coloquio Internacional de Botánica Pirenaico-Cantabrica. Oieregi, Nafarroa, 4-6 juliol 2016. Munibe.
- THOMPSON K, BAND SR & HODGSON JG (1993) Seed size and shape predict persistence in soil. Functional Ecology, 7: 236-241.
- THOMPSON K, BAKKER, J.P. & BEKKER, R.M. (1997) The soil seed banks of north west Europe: Methodology, density and longevity. Cambridge, Cambridge University Press.
- VON LAMPE M (1999) Vorschlag zur Bezeichnung der Innovations — und Überdauerungsorgane bei den terrestrischen Stauden Zentraleuropas. Beiträge zur Biologie der Pflanzen, 71: 335-367.
- WITTIG R, DIESING D & GÖDDE M (1985) Urbanophob — Urbanoneutral — Urbanophil. Das Verhalten der Arten gegenüber dem Lebensraum Stadt. Flora, 177: 265-282.

Revisió del gènere *Amaranthus* L. als Pirineus sud-orientals

Edgard Mestre¹, Llorenç Sáez¹ & Neus Nualart²

¹Unitat de Botànica. Universitat Autònoma de Barcelona. Facultat de Biociències, ES-08193 Bellaterra, Catalunya, edgard.mestre.serra@gmail.com; ²Institut Botànic de Barcelona. CSIC-ICUB. ES-08038 Barcelona, Catalunya

Els *Amaranthus* tenen la seva major diversitat d'espècies al continent americà i concretament als tròpics, no però significa que no en tinguem representants als Pirineus. Els dos tàxons autòctons existents al territori són *Amaranthus blitum* L. subsp. *blitum* i *Amaranthus graecizans* subsp. *sylvestris* (Vill.) Brenan. Les espècies al·lòctones d'*Amaranthus* a Europa han anat apareixent en el temps degut al transport de mercaderies i la jardineria. Per altra banda, degut a processos d'hibridació, s'han format nous híbrids fora de la seva àrea nativa, com seria el cas d'*A. ×ozanonii* Thell. i *A. ×ralletii* Contré; dos tàxons amb problemàtica nomenclatural ja que han rebut diferents noms en la literatura segons el país. En aquest estudi aportem una llista actualitzada de tàxons presents als Pirineus sud-orientals a partir de la revisió de material d'herbari. S'ha seguit un criteri taxonòmic actualitzat respecte *Flora iberica* (1990) i Flora dels Països Catalans (1990) pel que fa a l'agregat d'*A. hybridus* L. Aportem noves cites dels dos híbrids citats per aquest territori ja que aquests tàxons han aparegut en certs punts i pot ser que ho facin en d'altres, pel fet que són oportunistes i colonitzen ràpidament sòls degradats, abandonats i marginals.

Caracterització geobotànica dels prats de dall mesòfils de l'associació *Odontito serotini-Trifolietum pratensis* O. Bolòs et Masalles 1983 (all. *Arrhenatherion elatioris* Koch 1926) dels Pirineus orientals catalans

Gabriel Mercadal i Corominas

LAGP – Flora i vegetació. Institut de Medi Ambient. Universitat de Girona. C/Ma. Capmany 69, 17003, Girona, g.mercadal.corominas@gmail.com

Abstract

Geobotany characterization of mesophilic meadows of the association *Odontito serotini-Trifolietum pratensis* O. Bolòs et Masalles 1983 (all. *Arrhenatherion elatioris* Koch 1926) from the Eastern Pyrenees of Catalonia

We characterize floristically, geographically, ecologically and syntaxonomically mesophile meadows of the Pyrenean association *Odontito serotini-Trifolietum pratensis* O. Bolòs et Masalles 1983 (suball. *Aveno-Arrhenatherenion*, all. *Arrhenatherion elatioris*).

These meadows are mainly composed of high-value forage hemicryptophytes (*Festuca arundinacea* subsp. *a.*, *Arrhenatherum elatius* subsp. *e.*, *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Dactylis glomerata* subsp. *g.*, *Plantago lanceolata*, *Lotus corniculatus* subsp. *c.*, *Potentilla reptans*...) and are floristically differentiated for a set of diagnostic species (*Festuca arundinacea* subsp. *a.*, *Linum usitatissimum* subsp. *angustifolium*, *Erigeron annuus*, *Agrimonia eupatoria*, *Orobanche minor*, *Gaudinia fragilis* and *Origanum vulgare*) that give them a different composition from the rest of the Catalan associations of the *Arrhenatherion* alliance (*Conopodio-Vicium*, *Gentiano-Trisetum*, *Rhinantho-Trisetum* and *Tragopogono-Lolietum*). Within the association, we distinguish 3 ecogeographic sub-associations based on the nature of the terrain and the Pyrenean slope where they are developed: subass. *trifolietosum pratensis* O. Bolòs et Masalles 1983 [= *typicum*], subass. *geranietosum dissecti* subass. nova hoc loco and subass. *rhinanthetosum alectorolophi* subass. nova hoc loco.

The association is distributed for the Central European biogeographical region of the Eastern Pyrenees of Catalonia (olositanic territory and Prepyrenees and eastern Pyrenees), for the Pyrenean sub-Mediterranean biogeographic province and for the Atlantic of the valleys of Olot, in the eastern Prepyrenees Mediterranean climate. Altitude is between (270)340–800(1,000) m.

In reference to potentiality, the association belongs, fundamentally, to the pedunculated's oak forests dominion (*Isopyro-Quercetum roboris*) and to the downy's oak forests (*Buxo-Quercetum pubescentis* and *Pteridio-Quercetum pubescentis*).

Resum

Caracteritzem florísticament, geogràficament, ecològicament i sintaxonòmicament els prats dalladors mesòfils de l'associació pirinenca *Odontito serotini-Trifolietum pratensis* O. Bolòs et Masalles 1983 (suball. *Aveno-Arrhenatherenion*, all. *Arrhenatherion elatioris*).

Aquests prats estan constituïts principalment per hemicriptòfits d'elevat valor farratger (*Festuca arundinacea* subsp. *a.*, *Arrhenatherum elatius* subsp. *e.*, *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Dactylis glomerata* subsp. *g.*, *Plantago lanceolata*, *Lotus corniculatus* subsp. *c.*, *Potentilla reptans*...), i es diferencien florísticament per un conjunt d'espècies diagnòstiques (*Festuca arundinacea* subsp. *a.*, *Linum usitatissimum* subsp. *angustifolium*, *Erigeron annuus*, *Agrimonia eupatoria*, *Orobanche minor*, *Gaudinia fragilis* i *Origanum vulgare*) que els hi confereixen una composició global distinta de la resta d'associacions catalanes de l'aliança *Arrhenatherion* (*Conopodio-Vicetum*, *Gentiano-Trisetetum*, *Rhinantho-Trisetetum* i *Tragopogono-Lolietum*). Dins de l'associació hi distingim 3 subassociacions ecogeogràfiques en funció de la naturalesa del terreny i del vessant pirinenc on es desenvolupen: subass. *trifolietosum pratensis* O. Bolòs et Masalles 1983 [= *typicum*], subass. *geranietosum dissecti* subass. nova hoc loco i subass. *rhinanthetosum alectorolophi* subass. nova hoc loco.

L'associació es distribueix per la regió biogeogràfica mediterrània dels Pirineus orientals catalans (territori olositànic i Prepirineus i Pirineus orientals), per la província biogeogràfica submediterrània pirinenca i per l'atlàntica de les valls d'Olot, en el clima mediterrani prepirinenc oriental. Els límits altitudinals se situen entre els (270)340–800(1.000) m.

Pel que fa a la potencialitat, l'associació pertany, fonamentalment, al domini de la roureda de roure pènol (*Isopyro-Quercetum roboris*) i al de les rouredes de roure martinenc (*Buxo-Quercetum pubescentis* i *Pteridio-Quercetum pubescentis*).

Introducció

La revisió sintaxonòmica que hem realitzat dels prats dalladors de l'Europa occidental (Mercadal, 2019b) ens ha permès caracteritzar geobotànicament diverses comunitats a Catalunya. En aquest article presentem els resultats obtinguts de l'associació *Odontito*

serotini-Trifolietum pratensis O. Bolòs et Masalles 1983, un prat dallador mesòfil de l'aliança *Arrhenatherion elatioris* Koch 1926 propi dels Pirineus orientals catalans.

L'*Odontito-Trifolietum* va ser descrit per Bolòs & Masalles (1983) del territori olositànic (NE de Catalunya) mitjançant 2 inventaris sintètics elaborats a partir 10 inventaris d'associació (8 d'ells inèdits). Aleshores, els autors hi van distingir 2 subassociacions ecològiques: la subass. *trifolietosum pratensis* [= *typicum*], de prats abandonats amb sòls argilosos o margosos poc permeables, i la subass. *arrhenatheretosum elatioris*, de marges de camps humits o de les vores de les pastures frescals.

Tradicionalment, les obres fitosociològiques que han tractat l'aliança *Arrhenatherion* als Pirineus (Vigo, 1984, 1996; Folch *et al.*, 1984; Folch, 1986; Ninot *et al.*, 1999, 2000; Rivas-Martínez *et al.*, 2001; Rivas-Martínez & Penas, 2003; Reiné, 2009; Carreras *et al.*, 2016; Foucault, 2016) han admès com a vàlid aquest sintàxon, i l'han interpretat com a una associació independent. Tanmateix, darrerament, Rodríguez-Rojo *et al.* (2014), en la seva revisió sintaxonòmica de l'ordre *Arrhenatheretalia elatioris* Tx. 1931 a la península Ibèrica, han proposat unir bona part de les comunitats de prats dalladors dels Pirineus en una sola associació, l'*Ophioglossa vulgati-Arrhenatheretum elatioris* P. Montserrat 1957, que inclouria, a més a més: el *Tragopogono pratensis-Lolietum multiflori* P. Montserrat 1957, l'*Odontito-Trifolietum* i el *Rhinantho mediterranei-Trisetetum flavescens* Vigo 1984.

Tot i això, segons els nostres resultats, fonamentats amb nous inventaris i en la revisió de bona part dels prats dalladors de l'oest europeu, cal mantenir l'*Odontito-Trifolietum* com a una associació diferent de la resta d'associacions del nord-est de Catalunya. No obstant això, coincidim amb Rodríguez-Rojo *et al.* (2014) en considerar l'*Ophioglossa-Arrhenatheretum* i el *Tragopogono-Lolietum* com una sola associació. En aquest cas, però, prioritzem el nom *Tragopogono-Lolietum*, i n'hi reconeixem dues subassociacions: la subass. *typicum* i la subass. *ophioglossetosum vulgati* (P. Monts. 1957) Mercadal 2019 nom. ined. (Mercadal, 2019b).

Per altra banda, al nord-est de Catalunya també s'han citat altres associacions que han estat adscrites a l'aliança *Arrhenatherion*, i que cal tenir en compte per caracteritzar fitosociològicament l'*Odontito-Trifolietum*. Així doncs, a part de les comunitats mencionades fins ara (*Ophioglossa-Arrhenatheretum*, *Rhinantho-Trisetetum* i *Tragopogono-Lolietum*), cal esmentar: el *Gaudinio fragilis-Arrhenatheretum elatioris* Br.-Bl. ex Br.-Bl., Roussine et Nègre 1952, el *Malvo moschatae-Arrhenatheretum bulbosi* Tx. et Oberd. 1958 corr. T.E. Díaz et F. Prieto 1994, el *Gentiano luteae-Trisetetum flavescens* Vigo 1984, el *Conopodio majoris-Vicietum incanae* Mercadal 2019 nom. ined. i el *Geranio dissecti-Festucetum arundinaceae* (O. Bolòs 1959) Mercadal 2019 nom. ined. [sub *Gaudinio-Arrhenatheretum* auct. catal.]. De tota manera, per demostrar la independència de l'*Odontito-Trifolietum* respecte a les altres comunitats esmentades, només és imprescindible comparar els inventaris de l'*Odontito-Trifolietum* amb els del *Gentiano-Trisetetum*, del *Rhinantho-Trisetetum*, del *Tragopogono-Lolietum* (incl. *Ophioglossa-Arrhenatheretum*) i del *Conopodio-Vicietum*. La resta d'associacions ja són florísticament i biogeogràficament molt distintes, tal i com hem demostrat exhaustivament a Mercadal (2019b), i tal i com ho comentem breument a continuació:

- El *Gaudinio-Arrhenatheretum* i el *Geranio-Festucetum* no són adscribibles ni a l'aliança *Arrhenatherion* ni a l'ordre *Arrhenatheretalia*, sinó que s'han d'assignar a la nova aliança *Oenanthe pimpinelloidis-Gaudinion fragilis* Mercadal 2019 nom. ined. i a l'ordre *Trifolio fragiferi-Hordeetalia secalini* Horvatic 1963, ja que són unes comunitats mesohigròfiles mediterrànies molt distintes ecològicament i florísticament a l'*Odontito-Trifolietum* mesòfil i medioeuropeu.
- El *Malvo-Arrhenatheretum* és una comunitat pròpia de la serralada cantàbrica amb una marcada influència del clima atlàntic, i es caracteritza florísticament per *Malva moschata*, *Rhinanthus angustifolius* i *Arrhenatherum elatius* subsp. *bulbosum*. Segons el nostre parer, els inventaris de la Val d'Aran (NW de Catalunya) que han estat adscrits tradicionalment al *Malvo-Arrhenatheretum* (Bolòs, 1957; Folch, 1981, 1986; Bolòs & Vigo, 1984; Folch *et al.* 1984; Pineda & Carrillo in Mercadal, 2019b) corresponen a una forma frescal de tendència oceànica del *Rhinanto-Trisetetum*. Nosaltres, no hem identificat cap inventari català que sigui clarament adscribible al *Malvo-Arrhenatheretum*.

Material i mètodes

Hem aixecat 71 inventaris en prats de dall mesòfils (Taules 7-9) dels Pirineus orientals catalans [inclou les regions fisiogràfiques del territori olositànic i la meitat est dels Prepirineus meridionals orientals i dels Pirineus orientals] (Figura 1) seguint la metodologia sigmatista habitual (Braun-Blanquet, 1979; Vigo, 2005), i els hem comparat, mitjançant taules sintètiques (Taules 5-6) i anàlisis factorials de correspondències (Figures 2-3), amb 242 inventaris bibliogràfics (Taula 1) de prats dalladors dels Pirineus i de la serralada Prelitoral Catalana (Montseny i Guillerics). L'ordenació i el tractament matemàtic de les dades els hem fet a través dels mòduls *Quercus* i *Ginkgo* del paquet de programes informàtics *B-VegAna* (2018). En les anàlisis factorials de correspondències (AFC), hem transformat els índexs d'abundància-dominància i de sociabilitat en índexs de presència/absència, i hem suprimit les espècies presents en menys de 3 inventaris. Per a la denominació dels tàxons, hem seguit la nomenclatura de la "*Flora manual dels Països catalans*" (Bolòs *et al.*, 2005) o, en el seu defecte, la de "*Flora iberica*" (Castroviejo & Aedo, 1986-2019) o "*Flora Gallica*" (Tison & Foucault, 2014).

Les dades dels grups biològics i dels corològics les hem calculat amb un doble vessant: l'espectre específic (E), prenent en consideració només la presència dels tàxons, i l'espectre ponderat, que depèn del coeficient de recobriment (CR). No hem tingut en compte les entrades supraespecífiques, és a dir, les plantes determinades només fins a gènere. Tampoc hem considerat els briòfits.

Per al treball edafològic, hem estudiat 16 mostres provinents de prats de la Garrotxa i del Vallespir. Hem analitzat 6 factors edàfics: pH 1: 2,5 en H₂O (mètode potenciomètric), conducció elèctrica (extracte en H₂O 1:5 a 25°C), contingut d'humitat de camp de la mostra

seca a l'aire (mètode gravimètric), contingut de matèria orgànica (mètode d'oxidació per via freda), contingut de carbonats totals (mètode del calcímetre de Bernard) i textura (granulometria per sedimentació discontinua: mètode de la pipeta de Robinson). Totes les anàlisis les hem realitzat seguint els protocols descrits a Porta *et al.* (1986, 1993, 2003). Els resultats edàfics els hem sintetitzat en les Taules 2-4.

Resultats i discussió

Ass. *Odontito serotini-Trifolietum pratensis* O. Bolòs et Masalles 1983 em. hoc loco: prat de trèvols amb lli de prat

Dades de referència

Bolòs (1977), Bolòs & Masalles (1983), Carreras *et al.* (2016), Folch (1986), Folch *et al.* (1984), Foucault (2016), March & Salvat (1995), Mercadal (2019a, 2019b), Ninot *et al.* (1999, 2000), Oliver (2004a, 2004b, 2005), Reiné (2009), Rivas-Martínez *et al.* (2001), Rivas-Martínez & Penas (2003), Rodríguez-Rojo *et al.* (2014), Salvat (2003), Salvat *et al.* (2009), Salvat & March (2010), Susplugas (1935), Velez (2018), Vigo (1984, 1996), Villegas (2010), Viñas (1993).

Sinonímia

Forma original: *Odontito (serotinae)-Trifolietum pratensis* O. Bolòs et Masalles 1983. **Altres denominacions:** prat de fromental amb trèvols (Folch *et al.* 1984); prat de la plana olotina (Vigo, 1996); “prado olositano” (Rivas-Martínez & Penas, 2003).

Tipus nomenclatural

Holotypus: Bolòs & Masalles (1983), Mapa veg. Banyoles: 97 (Garrotxa, Santa Pau, El Sallent, prop del Mas Plansamata, 410 m).

Espècies diagnòstiques

Festuca arundinacea subsp. *a.*, *Linum usitatissimum* subsp. *angustifolium*, *Erigeron annuus*, *Agrimonia eupatoria*, *Orobancha minor*, *Gaudinia fragilis*, *Origanum vulgare*.

Fisiognomia

Prat mesòfil de (60)80-140(170) cm d'alçària i amb un recobriment del sòl del 100%. La forma vital predominant correspon clarament als hemicriptòfits, molts dels quals, d'elevat valor farratger (E: 58,4%; CR: 83,9%), *Plantago lanceolata*, *Arrhenatherum elatius* subsp. *e.*, *Dactylis glomerata* subsp. *g.*, *Trifolium pratense*, *Festuca arundinacea* subsp. *a.*, *Achillea* gr. *millefolium*,

Lotus corniculatus subsp. c., *Poa pratensis* s.l., *Trifolium pratense*, *Holcus lanatus*... Tot seguit, hi apareixen els teròfits (E: 22,5%; CR: 11,7%), *Bromus hordeaceus* s.l., *Rhinanthus pumilus*, *Vicia segetalis*, *Trifolium campestre*, i els geòfits (E: 10,0%; CR: 1,5%), com ara *Dactylorhiza fuchsii*. La presència de faneròfits (E: 5,2%; CR: 1,2%), camèfits (E: 3,6%; CR: 1,7%) i hidròfits estrictes (E: 0,3%) hi és poc important. Bona part dels faneròfits corresponen a plàntules d'arbres, principalment: *Quercus pubescens*, *Q. robur* i *Fraxinus excelsior*.

Unitat sintaxonòmica	Bibliografia	Nre. inv.
<i>Tragopogono pratensis-Lolietum multiflori</i> P. Montserrat 1957 [incl. <i>Ophioglosso-Arrhenatheretum</i> P. Montserrat 1957]	Montserrat (1957) [<i>Ophioglosso-Arrhenatheretum elatioris</i> P. Monts. 1957, <i>Tragopogono-Lolietum multiflori</i> P. Monts. 1957]	42
	Gómez García (1986) [<i>Rhinantho-Trisetetum</i> Vigo 1984; inv.:1-3]	3
	Carrillo & Ninot (1992) [<i>Rhinantho-Trisetetum</i> Vigo 1984 subass. <i>typicum</i> Vigo 1984]	14
	Carreras (1993) [<i>Ophioglosso vulgati-Arrhenatheretum elatioris</i> P. Monts. 1957, <i>Tragopogono-Lolietum multiflori</i> P. Monts. 1957]	12
	Carreras et al. (1996) [<i>Rhinantho-Trisetetum</i> Vigo 1984 subass. <i>trifolietosum campestre</i> Vigo 1984; inv.: 1, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11]	8
	Soriano (2001) [<i>Rhinantho-Trisetetum</i> Vigo 1984, <i>Tragopogono orientalis-Lolietum multiflori</i> P. Monts. 1957; Taula 3.5., inv.: 1-7]	7
	Benito (2006) [<i>Rhinantho-Trisetetum</i> Vigo 1984; inv. 1, 4]	2
	Ninot et al. (1997) [<i>Rhinantho-Trisetetum</i> Vigo 1984 subass. <i>salvietosum pratensis</i> Vigo 1984; inv.: 5-6]	2
<i>Odontito serotini-Trifolietum pratensis</i> O. Bolòs et Masalles 1983 em hoc loco subass. <i>trifolietosum pratensis</i> O. Bolòs et Masalles 1983 em hoc loco	Bolòs & Masalles (1983) [subass. <i>trifolietosum</i> O. Bolòs et Masalles 1983]	1
	Bolòs & Masalles (1983) [subass. <i>arrhenatheretosum</i> O. Bolòs et Masalles 1983]	1
	Oliver (2004a) [inv.: 2]	1
	Dades pròpies (Taula 7)	14
<i>Odontito serotini-Trifolietum pratensis</i> O. Bolòs et Masalles 1983 em hoc loco subass. <i>rhinanthetosum alectorolophi</i> subass. nova hoc loco	Susplugas (1935) [<i>Arrhenatheretum</i>]	1
	Dades pròpies (Taula 9)	25
<i>Odontito serotini-Trifolietum pratensis</i> O. Bolòs et Masalles 1983 em hoc loco subass. <i>geranietosum dissecti</i> subass. nova hoc loco	Viñas (1993) [subass. <i>arrhenatheretosum</i>]	2
	March & Salvat (1995) [<i>Odontito-Trifolietum</i> O. Bolòs et Masalles 1983]	2
	Dades pròpies (Taula 8)	32

Unitat sintaxonomica	Bibliografia	Nre. inv.
<i>Rhinantho mediterranei</i> - <i>Trisetetum flavescens</i> Vigo 1984	Turmel (1955) [Ass. à <i>Arrhenatherum elatius</i> et <i>Bromus mollis</i>]	3
	Bolòs (1957) [comunidad de <i>Narcissus poeticus</i> y <i>Heracleum setosum</i>]	1
	Vigo (1984) [<i>Rhinantho (mediterranei)</i> - <i>Trisetetum flavescens</i> Vigo 1984]	15
	Gómez García (1986) [<i>Rhinantho</i> - <i>Trisetetum</i> Vigo 1984; inv.: 4]	1
	Gómez García (1986) [<i>Rhinantho</i> - <i>Trisetetum</i> subass. <i>salvietosum pratensis</i>]	2
	Carrillo & Ninot (1992) [<i>Rhinantho</i> - <i>Trisetetum</i> Vigo 1984 subass. <i>trifolietosum campestris</i> Vigo 1984, subass. <i>salvietosum pratensis</i> Vigo 1984 + prats ressebrats]	10
	Carreras <i>et al.</i> (1993) [<i>Rhinantho</i> - <i>Trisetetum</i> Vigo 1984 subass. <i>salvietosum pratensis</i> Vigo 1984]	9
	Carreras <i>et al.</i> (1993) [<i>Rhinantho</i> - <i>Trisetetum</i> Vigo 1984 subass. <i>typicum</i> Vigo 1984]	4
	Villegas (1993) [<i>Rhinantho</i> - <i>Trisetetum flavescens</i> Vigo 1984]	11
	Viñas (1993) [<i>Rhinantho (mediterranei)</i> - <i>Trisetetum flavescens</i> Vigo 1984 subass. <i>trifolietosum campestris</i>]	5
	Carreras <i>et al.</i> (1996) [<i>Rhinantho</i> - <i>Trisetetum</i> Vigo 1984 subass. <i>typicum</i> Vigo 1984, subass. <i>trifolietosum campestris</i> Vigo 1984; inv.: 3, 4, 7]	3
	Ninot <i>et al.</i> (1997) [<i>Rhinantho</i> - <i>Trisetetum</i> Vigo 1984 subass. <i>salvietosum pratensis</i> Vigo 1984; inv.: 1-4]	4
	Soriano (2001) [<i>Rhinantho</i> - <i>Trisetetum</i> Vigo 1984; Taula 3.5, inv.: 8-10]	3
	Oliver (2004a) [<i>Rhinantho</i> - <i>Trisetetum</i> Vigo 1984]	8
	Oliver (2004a) [<i>Odontito</i> - <i>Trifolietum</i> O. Bolòs et Masalles; inv.:1, 3-5]	4
	Benito (2006) [<i>Rhinantho</i> - <i>Trisetetum</i> Vigo 1984; inv. 2-3, 5-7]	5
	Devis (2006) [<i>Rhinantho</i> - <i>Trisetetum</i> Vigo 1984]	11
	Berasategui (2013) [<i>Rhinantho (mediterranei)</i> - <i>Trisetetum flavescens</i> Vigo 1984]	14
	Guardiola <i>et al.</i> (2014) [<i>Rhinantho (mediterranei)</i> - <i>Trisetetum flavescens</i> Vigo 1984]	2
	Pineda & Carrillo in Mercadal (2019b) [prats de dall de la Val d'Aran; Taula 93]	6
<i>Gentiano luteae</i> - <i>Trisetetum flavescens</i> Vigo 1984	Vigo (1984)	9
<i>Conopodio majoris</i> - <i>Vicietum incanae</i> Mercadal 2019 nom. ined.	Mercadal (2019b)	14

Taula 1. Relació dels sintaxons estudiats de l'aliança *Arrhenatherion elatioris*. Nre. inv., nombre d'inventaris.

Composició florística

L'*Odontito-Trifolietum* no té cap tàxon clarament característic, en canvi, presenta un conjunt d'espècies diagnòstiques que li confereixen una composició florística global particular. Entre aquests tàxons, cal destacar *Festuca arundinacea* subsp. *a.*, *Linum usitatissimum* subsp. *angustifolium*, *Erigeron annuus*, *Agrimonia eupatoria*, *Orobanche minor*, *Gaudinia fragilis* i *Origanum vulgare*. També podem trobar-hi *Rhinanthus alectorolophus*, una planta típicament centreeuropea que arriba amb dificultats fins el vessant septentrional dels Pirineus. A l'àrea d'estudi, només l'hem trobat al Vallespir, d'on la considerem característica regional.

Aquest conjunt de plantes diagnòstiques solen anar acompanyades de diversos tàxons propis de l'ordre *Arrhenatheretalia* (*Arrhenatherum elatius* subsp. *e.*, *Achillea* gr. *millefolium*, *Galium mollugo* subsp. *erectum*, *Trisetum flavescens* subsp. *f.* i *Avenula pubescens*) i de la classe *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937 (*Trifolium pratense*, *T. repens*, *Dactylis glomerata* subsp. *g.*, *Taraxacum* sect. *Taraxacum*, *Plantago lanceolata*, *Anthoxanthum odoratum*, *Lotus corniculatus* subsp. *c.*, *Holcus lanatus*, *Rumex acetosa* s.l., *Potentilla reptans*, *Leucanthemum vulgare* aggr., *Centaurea* gr. *jacea*...). Les plantes pròpies de l'aliança *Arrhenatherion* hi són poc freqüents (*Heracleum sphondylium* s.l., *Carum carvi*, *Crepis biennis*, *Myosotis arvensis* i *Anthriscus sylvestris* subsp. *s.*), mentre que les pròpies de la subaliança *Aveno pubescentis-Arrhenatherenion elatioris* Rivas Goday et Rivas-Martínez 1963 em. Mercadal 2019 hi són més comunes (*Chaerophyllum aureum*, *Prunella grandiflora* s.l., *Rhinanthus pumilus*, *Knautia nevadensis* s.l., *Galium pumilum* s.l., *Polygala vulgaris* s.l., *P. calcarea*, *Vicia segetalis*), fet que reflecteix el caràcter sudeuropeu d'aquesta associació. De fet, la flora que compon l'*Odontito-Trifolietum* correspon a una barreja de tàxons propis dels prats mediterranis de l'ordre *Trifolio-Hordeetalia* (que actuen alhora com a diferencials en esguard del *Rhinantho-Trisetetum*) amb d'altres de montans de l'ordre *Arrhenatheretalia* (que actuen de diferencials en esguard del *Gaudinio-Arrhenatheretum* i del *Geranio-Festucetum*) (Taula 6).

Cal ressaltar, però, que en la descripció original de l'associació, Bolòs & Masalles (1983), a partir de 10 inventaris (8 d'ells inèdits), van indicar com a espècies característiques preferents: *Trifolium pratense*, *Lathyrus pratensis*, *Leucanthemum vulgare* aggr., *Arrhenatherum elatius*, *Crepis capillaris*, *Odontites vernus* subsp. *serotinus*, *Ranunculus acris*, *Linum usitatissimum* subsp. *angustifolium* i *Rhinanthus pumilus*. Certament, la majoria d'aquestes plantes són freqüents a l'*Odontito-Trifolietum*, i fins i tot coincidim en la rellevància de *Linum usitatissimum* subsp. *angustifolium*, que permet diferenciar aquests prats submediterranis dels prats pirinencs montans del *Rhinantho-Trisetetum*. Tanmateix, discrepem respecte el valor sintaxonòmic de l'*Odontites vernus* subsp. *serotinus*, tàxon emprat per Bolòs & Masalles (1983) per donar nom a l'associació. *O. vernus* subsp. *serotinus* és una planta més pròpia de marges de camins, pastures i prats abandonats que no pas de vertaders prats de dall. Nosaltres no l'hem detectat mai als prats de la Garrotxa, mentre que Oliver (2004a) i Salvat & March (2010) només l'han observat de manera escadussera en inventaris aixecats al mes de juliol i que corresponen a fragments d'associació. Al nostre entendre, la presència d'aquesta escrofulariàcia en els inventaris del Dr. Bolòs indica que aquests foren aixecats

a finals d'estiu en prats molt descurats, en prats majoritàriament poc representatius de l'*Odontito-Trifolietum*. Per aquest motiu, els 2 inventaris d'associació publicats per Bolòs & Masalles (1983: 97-98) s'aparten una mica florísticament dels nostres, i no són els més característics de l'associació. No obstant això, són igualment vàlids per tipificar el sintàxon.

Pel que fa a les formes corològiques, les més freqüents són l'eurosiberiana (E: 42,0%; CR: 37,4%) i la pluriregional (E: 38,6%, CR: 55,8%). Tot i això, l'associació es diferencia de la resta de comunitats de l'*Arrhenatherion* pirinenc per la presència, relativament elevada, de tàxons mediterranis (E: 15,5%, CR: 5,4%), com ara *Vicia segetalis* o *Gaudinia fragilis*, malgrat que assoleixen un recobriment molt baix. Els tàxons al·lòctons hi són molt poc importants (E: 2,1%; CR: 0,9%), talment com els boreoalpins (E: 1,8%; CR: 0,5%).

Flora singular

L'*Odontito-Trifolietum* té una elevada riquesa florística (38 tàxons/inv. de mitjana), però no sol contenir massa tàxons singulars, excepte en certs prats mesohigròfils que ja s'allunyen de la composició típica de l'associació. La mesofília de la comunitat evita l'entrada d'higròfits, els quals solen ser les plantes més rares. Malgrat tot, en els prats més madurs podem trobar-hi *Carex montana* (Salvat & March, 2010), *C. spicata*, *Galium mollugo* subsp. *m.*, *G. mollugo* subsp. *erectum*, *Bromus commutatus*, *Centaurea montana* subsp. *semidecurrens*, *Listera ovata*, *Orchis militaris*, *O. ustulata*, *Rhinanthus alectorolophus*... En prats més mesohigròfils, també hi podem trobar: *Ophioglossum vulgatum*, *Equisetum palustre*, *Orchis laxiflora*, *Colchium autumnale* subsp. *a.*, *Crepis biennis*, *Narcissus tazetta* subsp. *t.* i *Alopecurus pratensis* subsp. *p.*

Distribució

Pirineus orientals catalans: valls d'Olot (baixa Garrotxa) i encontorns propers (Vall de Bianya, pla d'Olot, pla de les Preses, pla d'en Bas, plans de Batet, Vall d'Hostoles, plans de vora Santa Pau i pla de Sant Martí Sacalm), Alta Garrotxa (Albanyà, vall de Beget, Sant Miquel de Pera, pla d'Oix, Vall del Bac, Rocabrúna), Alt Vallespir (valls de la capçalera del Tec, com ara Costoja, Vila-roja, Sant Llorenç de Cerdans, La Manera, Serrallonga, Prats de Molló i la Presta) i Conflent (vall de la Rotjà, però també es deu estendre per altres valls). Al Pla de l'Estany (i rodalia), a Eus i a Prada (Conflent) hem localitzat uns agrupaments vegetals que interpretem com a fragments d'aquesta associació. Els límits altitudinals es troben entre (270)340 a 800(1.000) m (Figura 1).

Ecologia

Àrees pradenques situades en planes fluvials i en planers de muntanya de l'estatge submontà del Pirineu oriental (província submediterrània) i del montà de les valls d'Olot (província atlàntica). Segons la classificació de Martín Vide (1992), l'associació es desenvolupa en el clima mediterrani prepirinenc oriental i, molt rarament, en el mediterrani prelitoral nord.

Els terrenys són de naturalesa diversa (fet que permet identificar distintes subassociacions) i sovint profunds i mesòfils.

- **Practicultura**

Els prats han estat instaurats habitualment damunt els terrenys guanyats al bosc primitiu, principalment rouredes de roure martinenc i rouredes de roure pènol. Però també poden haver estat guanyats, si bé en menor mesura, a alzinars muntanyencs, freixenedes de freixe de fulla gran i vernedes. En altres casos, han estat creats a partir d'antics cultius (userda, festuca, festuca i trèvol de prat, dàtil i trèvol de prat, fenc o trepadella) o provenen simplement de segar l'herba espontània que creix als camps quan aquests deixen de ser sembrats. Els prats procedents de sembra solen ocupar poca superfície (sovint es tracta de petites parcel·les enmig dels conreus), i la seva durada sol ser curta, fet que impedeix que preguin prou maduresa per contenir plantes singulars. Els prats més antics solen ser aquells que s'han instal·lat als piemonts de les muntanyes o a les valls tancades, sovint a altituds superiors als 500 m, i que provenen, majoritàriament, de la rompuda directa del bosc o que s'han establert des de fa més de 30 anys.

Pel que fa a la tipologia pradenques, l'*Odontito-Trifolietum* és una comunitat ben activa actualment. El 81% dels prats cartografiats corresponen a prats regularment dallats, el 5% a prats de dall-pastura, el 7% a pastures, el 1% a prats recuperats recentment i el 2% a prats de nova creació. Actualment, només hem trobat un 3% de prats abandonats (dades referents a 190 prats).

La pràctica pradenca més emprada és, clarament, el dall (90%), seguida de la pastura (52%) i el redall (31%). De vegades, alguns prats són dallats un tercer cop, com per exemple a la Clapera Vella d'Hostalets d'en Bas (Garrotxa) o en alguns prats de la vall de la Rotjà (Conflent). Pel que fa als prats pasturats, un 87% ho són per vaques, un 10% per eugues, un 3% per cabres i un altre 3% per ovelles. En canvi, la resta de pràctiques són poc utilitzades: sembra (10%), adob (2%) i irrigació (1%). No obstant això, cal destacar la sembra, que tot i que pel conjunt de l'associació no assoleix un percentatge gaire elevat, el seu valor és prou significatiu si el comparem amb el dels prats mesohigròfils del *Geranio-Festucetum* de la regió mediterrània. Aquesta pràctica sol ser més comuna en àrees agrícoles de les planes fluvials, com ara el pla d'Olot, la Vall d'Hostoles o a la vall de la Tet. Així, per exemple, la sembra es practica en el 20% dels prats de l'*Odontito-Trifolietum* subass. *geranietosum*, una forma vegetal pròpia de sòls profunds i rics en nutrients. En relació a la inundació natural, aquesta també és molt rara (5%) i només es dona en alguns prats de tendència mesohigròfila.

Finalment, cal esmentar que les dades de practicultura que hem recollit difereixen força respecte de les expressades per Bolòs & Masalles (1983) al principi de la dècada del 1980. Aquests autors afirmaven que aleshores els prats de l'*Odontito-Trifolietum* eren terres mig abandonades, i que s'aprofitaven de manera irregular. Avui dia, no és així, i tot i que hi ha àrees amb força prats abandonats que ja no hem comptabilitzat (p. ex.: els prats dels Estaldats de Sant Feliu de Buixalleu o alguns prats de la Vall del Bac), la gran majoria de

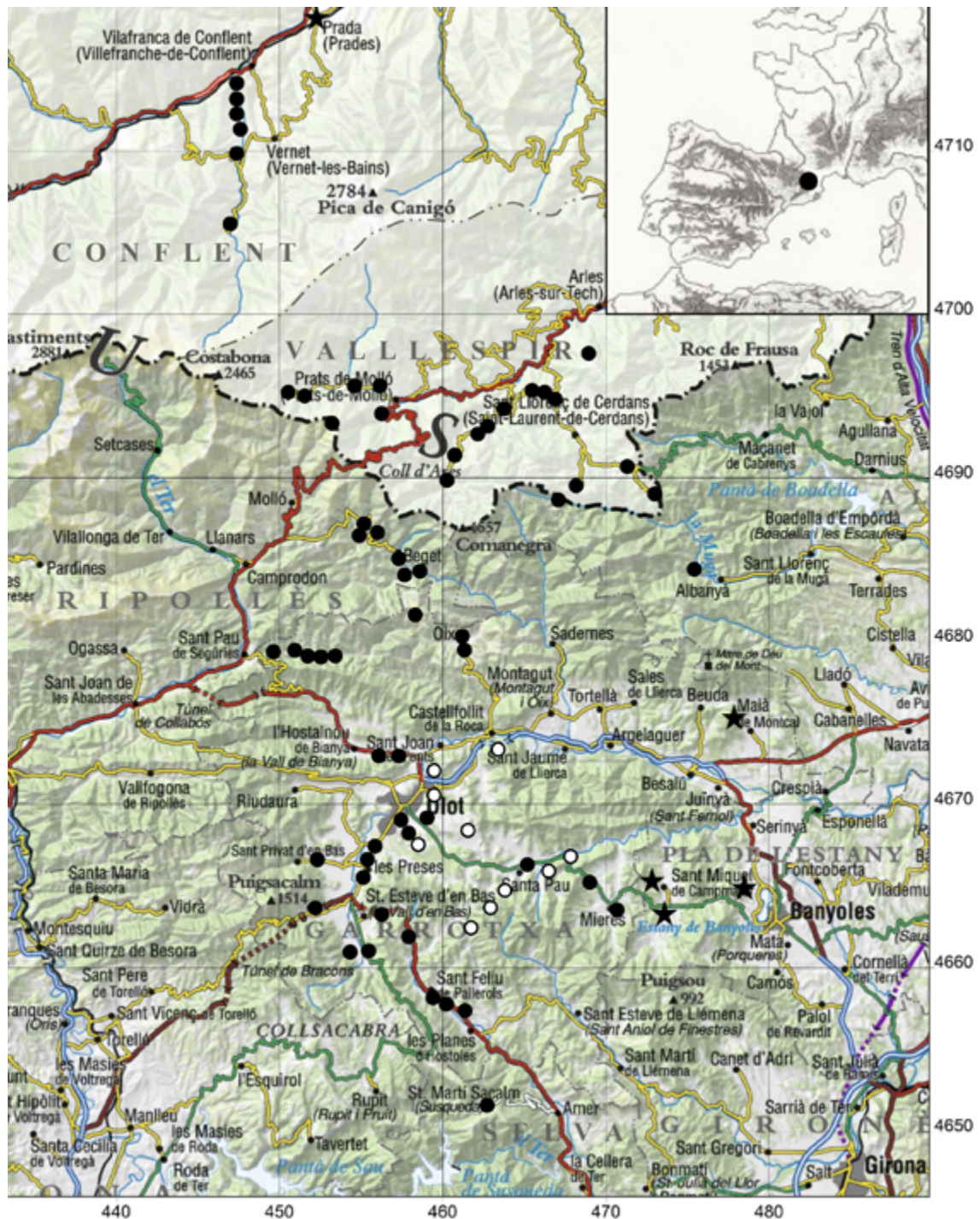


Figura 1. Distribució de *Odontito-Trifolietum* a l'Europa occidental i al nord-est de Catalunya. Dades pròpies (●) i bibliogràfiques (○, Bolòs, 1977; Bolòs & Masalles, 1983; Viñas, 1993; Oliver, 2004a; Salvat & March, 2010). Els prats del Pla de l'Estany (i encontorns) i de la rodalia de Prada (Conflent) corresponen a fragments d'associació (★). Base cartogràfica: ICGC (2017).

prats cartografiats són prats prou actius. Les àrees on hi ha més prats abandonats són les muntanyoses o les allunyades dels nuclis habitats.

- **Edafologia**

L'*Odontito-Trifolietum* es troba damunt terrenys plans o amb pendent suau, sobre granitoides, basalts, calcàries o sedimentàries detrítiques de reacció diversa. Majoritàriament, aquests materials donen origen a sòls de l'ordre dels entisòls i dels inceptisòls (Bolòs, 1977; Mallarach & Riera, 1981; Bolòs & Masalles, 1983; Roqué & Pallí, 1992; Palou & Puiguriguer, 2009). Els entisòls (sòls joves de perfil AC) del subordre dels fluvents els trobem damunt materials al·luvials quaternaris recents: sobre llims palustres (dels plans d'Olot, de Bas i de Ridaura), graves i sorres de cons de dejecció (Hostalets d'en Bas), i en les vores de les riberes de valls menors (Bac, Oix). Si el terreny se satura d'aigua de manera permanent (fenomen poc habitual), aleshores trobem sòls del subordre dels aqüents, els quals poden presentar cert caràcter fluvèntic (fluvaqüents) si es troben vora un riu.

Els inceptisòls (generalment constituïts per un perfil ABC) corresponen als subordres dels umbrepts i dels ocrepts, i els trobem principalment en les serralades constituïdes per sedimentàries detrítiques (margues, gresos i conglomerats), calcàries, granitoides i roques volcàniques (sobre basalt es forma la típica terra bruna medioeuropea, i sobre greda, els rànkers). Als peus de les serralades, damunt materials incoherents (al·luvials i col·luvials), els ocrepts també poden prendre cert caràcter fluvèntic com a conseqüència de les aportacions de materials dels cursos fluvials.

La humitat edàfica sol oscil·lar poc al llarg de l'any excepte a l'estiu. La mitjana anual està al voltant del 20,3% (Taula 2). La reacció del sòl varia segons la naturalesa dels terrenys; nosaltres hem detectat l'interval entre lleugerament àcida (pH = 6,2) i moderadament bàsica (pH = 7,9), però cal tenir en compte que no hem analitzat cap sòl desenvolupat sobre margues o sobre calcàries. La conductivitat elèctrica sol ser baixa (37,0-595,7 µS/cm). El contingut de carbonats varia també segons la litologia, des de nul (0,00%) fins a moderadament alt (15,3%). Tanmateix, ha de ser molt més elevat damunt materials eminentment calcaris. El contingut de matèria orgànica és, habitualment, entre mig i alt (al voltant del 3%), tot i que varia entre el 2,0% (baix-mitjà), dels prats acabats de sembrar i fortament explotats, al 5,6-14,0% (molt alt), en prats madurs i entollats. La textura habitualment és sorrenca de gra fi (Taula 3 i Taula 4).

Mostra	Humitat de camp (%)					pH 1:2,5 (H2O)					CE 1:5 a 25 °C (µS/cm)				
	H	P	E	T	M	H	P	E	T	M	H	P	E	T	M
1	23,8	26,4	12,7	38,7	25,4	8,2	7,7	7,6	7,7	7,8	105,1	122,4	137,5	282,9	162,0
2	18,0	24,1	12,5	17,1	17,9	7,8	7,7	7,7	7,9	7,8	103,6	102,7	102,2	150,5	114,7
3	23,2	27,5	15,5	29,6	24,0	8,1	7,9	7,8	7,9	7,9	98,2	129,7	117,6	223,7	142,3

Mostra	Humitat de camp (%)					pH 1:2,5 (H2O)					CE 1:5 a 25 °C (µS/cm)				
	H	P	E	T	M	H	P	E	T	M	H	P	E	T	M
4	29,6	33,0	14,9	15,4	23,2	6,6	8,2	6,8	6,4	7,0	68,7	240,5	62,2	89,1	115,1
5	17,6	14,4	6,0	31,0	17,2	6,6	6,3	6,6	6,4	6,5	33,9	59,1	43,0	182,9	79,7
6	18,3	16,3	7,3	13,8	13,9	6,9	6,7	6,9	6,1	6,7	48,4	43,4	69,7	69,1	57,6
7	19,2	20,2	4,9	18,5	15,7	6,4	6,8	6,5	6,7	6,6	29,0	45,4	51,2	97,5	55,8
8	27,3	17,1	20,5	36,0	25,2	7,4	8,0	7,5	7,5	7,6	148,9	509,5	136,2	228,3	255,7
Màxim	29,6	33,0	20,5	38,7	25,4	8,2	8,2	7,8	7,9	7,9	148,9	509,5	137,5	282,9	255,7
Mitjana	22,1	22,4	11,8	25,0	20,3	7,3	7,4	7,2	7,1	7,2	79,5	156,6	89,9	165,5	122,9
Mínim	17,6	14,4	4,9	13,8	13,9	6,4	6,3	6,5	6,1	6,5	29,0	43,4	43,0	69,1	55,8
Std	4,6	6,4	5,4	9,9	4,6	0,7	0,7	0,5	0,7	0,6	41,6	156,3	38,2	76,9	65,8

Procedència de les mostres

1. GARROTXA: Les Preses, prat del Pla de Matabosc, 31TDG5567
2. GARROTXA: Sant Esteve d'En Bas, prat vora el mas Tosses, 31TDG5663
3. GARROTXA: Olot, prats de la Font Moixina, 31TDG5768
4. GARROTXA: Planes d'Hostoles, prats de la Roureda, 31TDG6255
5. GARROTXA: Sant Feliu de Pallerols, prats del volcà de Sant Marc, 31TDG6057
6. GARROTXA: Sant Feliu de Pallerols, Pastures dels Estaldats, 31TDG5958
7. GARROTXA: Hostalets d'En Bas, prats de la Clapera Vella, 31TDG5461
8. GARROTXA: Vall d'en Bas, Hostalets d'en Bas, prats vora Sant Simplicí, 31TDG5561

Taula 2. Característiques edàfiques estacionals de l'*Odontito-Trifolietum*: humitat, pH i conductivitat elèctrica. E, estiu; H, hivern; M, mitjana anual; P, primavera; T, tardor; Std, desviació estàndard.

Ubicació ecològica

El prat de trèvol i lli de prat es troba en contacte amb diverses comunitats segons el gradient d'humitat edàfica. En general, però, i pel que fa a les comunitats pràctiques, en podem distingir quatre de principals amb les que contacte: a les planes fluvials, damunt sòls profunds, (com ara a les valls d'Olot,) sovint toca a la part més humida amb la jonquera de jonc boval (*Holoschoenetum vulgare* Br.-Bl. ex Tchou 1948), mentre que a la part més eixuta ho fa amb el fenassar (*Brachypodium phoenicoides* Br.-Bl. 1924). En canvi, als planells muntanyosos, sol fer contacte amb la jonquera acidòfila (*Juncion acutiflori* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Tx. 1952) o el fener d'escabiosa mossegada i alba roja (*Centaureo vinyalsii-Succisetum pratensis* O. Bolòs 1954 subass. *molinietosum arundinaceae* O. Bolòs 1996) en terrenys entollats, i amb els prats de brom erecte (*Bromion erecti* Koch 1926) en les àrees més eixutes.

Mostra	Humitat de	pH 1:2,5	CE 1:5 a 25°C	Matèria	Carbonats
	camp (%)	(H2O)	(µS/cm)	orgànica (%)	(%)
1	24,9	7,8	229,0	3,5	7,9
2	23,9	6,9	110,3	2,4	0,0
3	15,7	6,5	46,7	2,7	0,0
4	18,5	7,9	148,5	2,9	15,3
5	13,5	6,5	66,3	3,0	0,0
6	22,6	7,5	167,4	3,5	9,3
7	15,7	7,1	77,3	2,0	0,4
8	12,5	7,2	37,0	--	--
9	14,2	7,2	127,1	3,8	0,5
10	31,0	7,6	254,0	5,6	7,5
11	17,1	7,1	115,6	2,2	0,0
12	21,5	7,4	306,4	4,6	12,5
13	27,1	7,5	296,7	5,5	2,8
14	54,9	7,3	595,7	14,0	0,0
15	32,6	7,4	212,3	--	--
16	10,9	6,2	76,0	3,7	0,0
n	16	16	16	14	14
Màxim	54,9	7,9	595,7	14,0	15,3
Mitjana	22,3	7,2	179,1	4,2	4,0
Mínim	10,9	6,2	37,0	2,0	0,0
Std	10,5	0,5	136,2	2,9	5,2

Procedència de les mostres

1. GARROTXA: Les Preses, prat del Pla de Matabosc, 31TDG5567
2. GARROTXA: Sant Feliu de Pallerols, prats del volcà de Sant Marc, 31TDG6057
3. GARROTXA: Sant Feliu de Pallerols, Pastures dels Estaldats, 31TDG5958
4. GARROTXA: Sant Esteve d'En Bas, prat vora el mas Tosses, 31TDG5663
5. GARROTXA: Olot, prats vora la Pujada del Gegant, 31TDG5969
6. GARROTXA: Olot, prats de la Font Moixina, 31TDG5768
7. GARROTXA: Planes d'Hostoles, prats de la Roureda, 31T DG6255
8. GARROTXA: Planes d'Hostoles, prats de la Roureda, 31TDG6255
9. GARROTXA: Planes d'Hostoles, prats de la Roureda, 31TDG6255
10. GARROTXA: Vall d'en Bas, prat vora can Miralles de Sant Privat d'en Bas, 31TDG5266
11. GARROTXA: Hostalets d'en Bas, prats de la Clapera Vella, 31TDG5461
12. GARROTXA: Vall d'en Bas, Hostalets d'en Bas, prats vora Sant Simplicí, 31TDG5561
13. VALLESPIR: Costoja, prats de vora la vila, 31TDG7190
14. VALLESPIR: Costoja, prats de vora la vila, 31TDG7190
15. VALLESPIR: Costoja, prats de vora la vila, 31TDG7190
16. VALLESPIR: Prats de Molló i la Presta, prats de la Pollangarda, 31TDG5595

Taula 3. Característiques edàfiques primaverals de l'*Odontito-Trifolietum*: humitat de camp, pH, conductivitat elèctrica (CE), matèria orgànica i carbonats totals. n, nombre de mostres; std, desviació estàndard.

Potencialitat

L'*Odontito-Trifolietum* pot pertànyer a diversos dominis en funció de la litologia i el clima local on es desenvolupa: en fons de vall i en obagues, damunt terrenys calcaris o granítics poc àcids, correspon al domini de la roureda de roure martinenc amb boix (*Buxo sempervirentis-Quercetum pubescentis* Br.-Bl. ex Bannes-Puygiron 1933); en les solanes damunt sòls àcids, al de la roureda de roure martinenc amb falguera comuna (*Pteridio-Quercetum pubescentis* (Suspl.) O. Bolòs 1983); i damunt materials volcànics (principalment basalts) de les valls d'Olot, al de la roureda de roure pènol (*Isopyro thalictroidis-Quercetum roboris* Tx. et Diemont 1936). Finalment, de vegades, el podem trobar al domini de la freixeneda de freixe de fulla gran (*Brachypodio sylvatici-Fraxinetum excelsioris* Vigo 1968); al de la verneda (*Lamio-Alnetum glutisonae* (O. Bolòs in Oberdor. 1953) O. Bolòs 1954); i, encara, més rarament, al de l'alzinar muntanyenc (*Asplenio onopteridis-Quercetum ilicis* (Br.-Bl. 1936) Rivas-Martínez 1975).

Sintaxonomia

Associació descrita per Bolòs & Masalles (1983) a partir de 10 inventaris (8 d'ells inèdits) procedents del sector meridional de la Garrotxa. Els 2 inventaris d'associació de què disposem (Bolòs & Masalles, 1983: 97-98) presenten certes diferències florístiques amb els nostres inventaris actuals de la mateixa comarca. Per exemple, Bolòs no anomena *Galium mollugo* subsp. *erectum*, *Festuca arundinacea* subsp. *a.* o *Erigeron annuus*; en canvi, hi observa regularment *Odontites vernus* subsp. *serotinus* o *Plantago media*. Tanmateix, la composició florística global, l'ecologia i, naturalment, la corologia, coincideixen prou bé i permeten adscriure els nostres inventaris a l'*Odontito-Trifolietum*. Les diferències florístiques poden ser degudes a diversos factors, entre els quals, cal destacar el maneig diferent dels prats. Les activitats agropecuàries condicionen molt la composició florística d'un prat, de tal manera que aquesta pot canviar considerablement en poc temps, simplement augmentant o disminuint la irrigació, l'adobament o el règim de dall. També cal tenir en compte que el Dr. Bolòs va inventariar prats marginals, sovint molt descurats i, probablement, la majoria a baixa altitud (< 500 m). Per la composició florística dels seus inventaris, ho degué fer a finals d'estiu, aprofitant els prats mig abandonats que encara no s'havien segat. D'altra banda, les llavors emprades aleshores per crear prats eren bàsicament *Trifolium pratense*, *Dacylis glomerata* i *Medicago sativa*. Per contra, nosaltres hem aixecat els inventaris durant la primavera, damunt prats actius (dallats i pasturats regularment), a una altitud compresa entre els 270 i els 1.000 m, i la sement principal usada actualment per millorar les prades és la de *Festuca arundinacea*.

Per altra banda, Bolòs & Masalles (1983) feren un estudi molt local circumscrit en el límit administratiu entre la Selva, la Garrotxa i el Pla de l'Estany. En canvi, nosaltres hem aixecat 71 inventaris entre l'Alt Empordà, el Conflent, la Garrotxa, el Pla de l'Estany, el Ripollès, la Selva i el Vallespir. Això ens ha permès obtenir una visió molt més general de l'associació i esmenar-la fitosociològicament. En aquesta revisió més ampliada hi incloem

bona part dels prats de la regió submediterrània dels Pirineus orientals catalans, redefinim les espècies diferencials de l'associació, creem dues subassociacions noves i integrem en una de sola a les dues proposades per Bolòs & Masalles (1983).

Afinitats

L'associació presenta certes afinitats florístiques amb altres prats de dall geogràficament propers (Taula 5 i Figura 2) de la subaliança *Aveno-Arrhenatherion*, un sintàxon on hi englobem les associacions ibèriques de l'aliança *Arrhenatherion* (Mercadal, 2019b). En les àrees de transició pot resultar difícil discriminar a quina comunitat pertanyen els inventaris:

- Amb el *Rhinantho-Trisetum*.

L'*Odontito-Trifolietum* contacta a l'extrem oest dels Pirineus orientals amb el *Rhinantho-Trisetum*. Per aquest motiu, l'*Odontito-Trifolietum* presenta freqüentment alguns tàxons propis del *Rhinantho-Trisetum*, com ara *Rhinanthus pumilus* i *Plantago media*. Tot i això, la composició florística global d'ambdós sintàxons és ben diferent (Taula 5), així com l'àrea de distribució (OT: extrem est dels Pirineus orientals; RT: bona part dels Pirineus) i el rang altitudinal (OT: principalment submontà, (270)340-800(1.000); RT: principalment montà, (700)800-1.500).

- Amb el *Gentiano-Trisetum*

El *Gentiano-Trisetum* és una associació montana molt particular, caracteritzada florísticament per *Gentiana lutea*, *Euphrasia hirtella*, *Prunella grandiflora* subsp. *pyrenaica*, *Pimpinella saxifraga*, *Gymnadenia conopsea*, *Koeleria pyramidata* i *Eryngium bourgatii*, que representa una forma de transició entre l'*Arrhenatherion*, el *Trisetum-Polygonion bistortae* Br-Bl et Tx. ex Marschall 1947 i el *Bromion erecti*. L'*Odontito-Trifolietum* i el *Gentiano-Trisetum* tenen poca afinitat, i només comparteixen alguns tàxons comuns amb el *Rhinantho-Trisetum*. En tot cas, el *Gentiano-Trisetum* es podria arribar a considerar una forma montana del *Rhinantho-Trisetum*, tal i com ha proposat Rivas-Martínez *et al.* (2001). No obstant això, amb les dades disponibles actualment, preferim mantenir el *Gentiano-Trisetum* com a una associació independent degut a la seva composició florística singular i a la seva ecologia pròpia: prats altimontans ufanosos i descurats.

- Amb el *Tragopogono-Lolietum*.

Els prats de l'*Odontito-Trifolietum* més intervinguts agrícolament per l'home, especialment alguns prats del Conflent de la subass. *rhinanthetosum* var. *Medicago sativa*, presenten una composició florística propera al *Tragopogono-Lolietum* subass. *typicum* de la rodalia de la Seu d'Urgell. Ambdós sintàxons comparteixen tàxons diferencials com ara *Tragopogon pratensis*, *Crepis vesicaria* subsp. *taraxacifolia*, *Onobrychis viciifolia*... Momentàniament, mantenim aquest inventaris dins de l'*Odontito-Trifolietum*, però calen més estudis per caracteritzar correctament aquesta variant.

- Amb el *Conopodio-Vicium*.

Els prats més acidòfils de l'*Odontito-Trifolietum* poden presentar una lleugera afinitat florística amb el *Conopodio-Vicium*. Tanmateix, la composició particular d'aquesta associació permet diferenciar-lo bé (*Conopodium majus*, *Vicia incana*, *Rhinanthus minor*, *Verbascum pulverulentum*, *Viola bubanii*...) de l'*Odontito-Trifolietum*. Per altra banda, el *Conopodio-Vicium* és una comunitat montana pròpia de la serralada Prelitoral, mentre que l'*Odontito-Trifolietum* és una associació preferentment submontana pròpia dels Pirineus orientals.

- Amb el *Geranio-Festucetum*.

Malgrat que en la introducció hem indicat que globalment el *Geranio-Festucetum* i l'*Odontito-Trifolietum* tenien poques similituds florístiques, l'*Odontito-Trifolietum* subass. *geranietosum* comparteix alguns tàxons diferencials amb el *Geranio-Festucetum*, especialment amb la subass. *arrhenatheretosum* (O. Bolòs) Mercadal 2019 nom. ined., com ara *Festuca arundinacea* i *Geranium dissectum*. A més a més, l'*Odontito-Trifolietum* subass. *geranietosum*, en desenvolupar-se damunt sòls profunds i, de vegades, mesohigròfils, pot presentar tàxons propis de l'aliança *Oenanthe-Gaudinion* i de l'ordre *Trifolio-Hordeetalia*. Tanmateix, el *Geranio-Festucetum* es distingeix bé florísticament de l'*Odontito-Trifolietum* per la presència constant de tàxons mesohigròfils (*Oenanthe pimpinelloides*, *Serapias lingua*, *Cyperus longus*, *Vicia bithynica*, *Myosotis bicolor* s.l., *Lathyrus nissolia*, *Lychnis-flos-cuculi*, *Orchis laxiflora*, *Ophioglossum vulgatum*, *Carex distans*...) i per ser una associació, estrictament, mediterrània.

Mostra	Textura (%) [ISSS]				Classe textural
	Argila	Llim	Sorra fina	Sorra gruixuda	
1	30,0	5,5	58,1	6,3	Argilo-arenosa
2	8,4	11,9	30,3	49,4	Franco-arenosa
3	14,1	14,1	47,1	24,7	Franco-arenosa
4	32,2	18,5	43,3	6,0	Argilosa gruixuda
5	26,6	18,0	39,0	16,5	Argilosa gruixuda
6	11,0	18,2	36,7	34,1	Franco-arenosa
7	13,8	5,0	53,1	28,1	Franco-arenosa
8	27,0	10,0	50,5	12,5	Argilosa gruixuda
9	54,6	17,7	26,9	0,9	Argilosa fina
10	15,6	12,5	27,9	43,9	Franco-argilo-arenosa
Màxim	54,6	18,5	58,1	49,4	
Mitjana	23,3	13,2	41,3	22,2	
Mínim	8,4	5,0	26,9	0,9	
Std	13,2	4,9	10,4	15,8	

Procedència de les mostres

1. GARROTXA: Les Preses, prat del Pla de Matabosc, 31TDG5567
2. GARROTXA: Sant Feliu de Pallerols, Pastures dels Estaldats, 31TDG5958
3. GARROTXA: Sant Esteve d'En Bas, prat vora el mas Tosses, 31TDG5663
4. GARROTXA: Olot, prats vora la Pujada del Gegant, 31TDG5969
5. GARROTXA: Olot, prats de la Font Moixina, 31TDG5768
6. GARROTXA: Planes d'Hostoles, prats de la Roureda, 31TDG6255
7. GARROTXA: Vall d'en Bas, prat vora can Miralles de Sant Privat d'en Bas, 31TDG5266
8. GARROTXA: Vall d'en Bas, Hostalets d'en Bas, prats vora Sant Simplicí, 31TDG5561
9. VALLESPÍR: Costoja, prats de vora la vila, 31TDG7190
10. VALLESPÍR: Prats de Molló i la Presta, prats de la Pollangarda, 31TDG5595

Taula 4. Classes texturals de l'*Odontito-Trifolietum*. ISSS: Societat Internacional de la Ciència del Sòl.

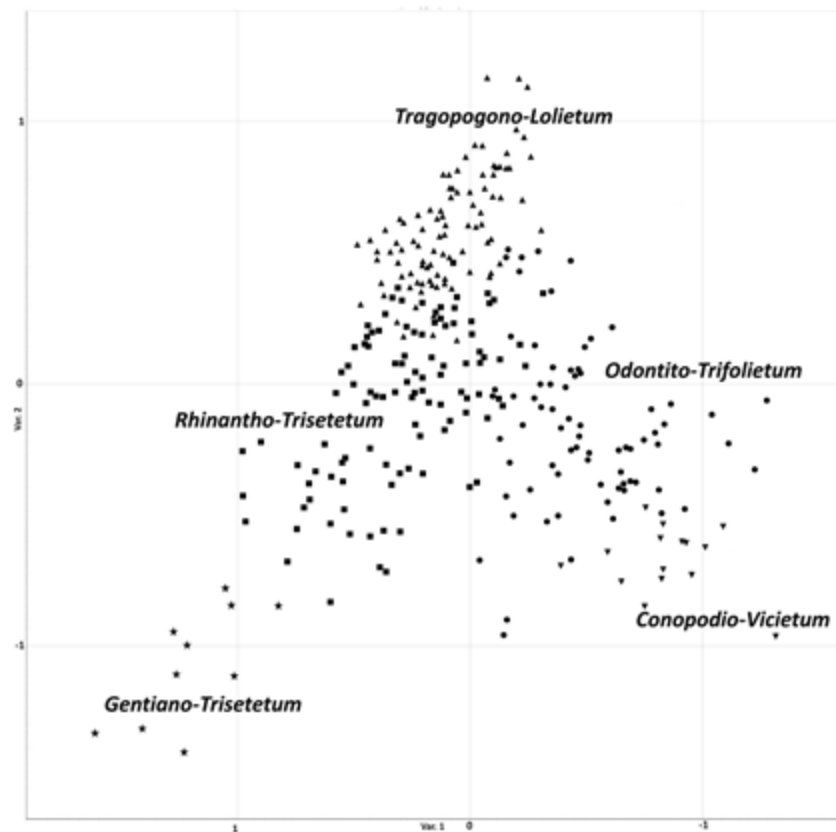


Figura 2. AFC de les associacions *Gentiano-Trisetetum* [★], *Conopodio-Vicietum* [▼], *Odontito-Trifolietum* [●], *Tragopogono-Lolietum* [▲] i *Rhinantho-Trisetetum* [■] dels Pirineus i de la serralada Prelitoral Catalana. S'hi representen els dos primers eixos, que acumulen una variància conjunta del 7,8%. El primer eix separa els inventaris en funció de la seva distribució: a l'esquerra, hi apareixen els inventaris pirinencs, i a la dreta, els més propers a la serralada Prelitoral. El segon eix els separa en funció de l'activitat agrària: a dalt, hi trobem els prats més intensament intervinguts (dall, redall, irrigació, sembra, adob), i a baix, els menys cultivats (dall o pastura).

Sintàxon	GT	RT	TL	OT	CV
Nre. inventaris	9	121	90	73	14

Caract. i dif. de l'ass. GT

<i>Trollius europaeus</i>	II	.	.	.	.
<i>Euphrasia hirtella</i>	V	r	.	.	.
<i>Gentiana lutea</i>	IV	.	.	.	.
<i>Trifolium medium</i>	II	r	.	r	.
<i>Stachys officinalis</i>	IV	I	.	I	.
<i>Pimpinella saxifraga</i>	IV	r	+	.	.
<i>Scabiosa columbaria</i>	IV	I	r	.	+
<i>Gymnadenia conopsea</i>	IV	.	.	.	.
<i>Campanula rotundifolia</i>	V	.	.	.	.
<i>Prunella grandiflora</i> (Dsa)	V	+	r	r	I
<i>Dianthus carthusianorum</i>	III	r	.	.	.
<i>Laserpitium latifolium</i>	IV	r	.	r	.
<i>Carlina acanthifolia</i>	II	r	.	.	.
<i>Eryngium bourgatii</i>	III	.	.	.	.

Caract. i dif. de l'ass. RT

<i>Rhinanthus pumilus</i> (Dsa)	IV	IV	II	III	.
<i>Echium vulgare</i>	II	II	r	r	.
<i>Onobrychis supina</i>	I	II	.	r	I
<i>Plantago media</i>	III	III	II	II	I
<i>Vicia cracca</i>	II	II	I	+	.
<i>Phleum pratense</i> s.l.	III	III	r	I	II

Caract. i dif de l'ass. TL

<i>Crepis biennis</i> s.l. (Da)	.	.	II	r	.
<i>Festuca pratensis</i>	.	II	V	+	.
<i>Crepis vesicaria</i> subsp. <i>taraxacifolia</i>	.	I	III	I	+
<i>Lolium multiflorum</i>	.	.	II	r	.
<i>Onobrychis viciifolia</i>	.	+	II	I	.

Sintàxon	GT	RT	TL	OT	CV
Nre. inventaris	9	121	90	73	14

Caract. i dif de l'ass. OT

<i>Festuca arundinacea</i>	.	I	I	IV	III
<i>Linum u. subsp. angustifolium</i>	.	I	r	III	I
<i>Agrimonia eupatoria</i>	.	+	.	III	.
<i>Rhinanthus alectorolophus</i> (CTv)	.	.	.	+	.
<i>Erigeron annuus</i>	.	r	.	III	.
<i>Orobancha minor</i>	.	r	.	II	I
<i>Origanum vulgare</i>	I	r	.	II	I

Caract. i dif. de l'ass. CV

<i>Vicia incana</i>	.	.	.	r	V
<i>Conopodium gr. majus</i>	I	r	.	r	IV
<i>Cruciata laevipes</i>	.	r	.	r	IV
<i>Ornithogalum bourgaeum</i>	.	r	r	r	II
<i>Vicia hirsuta</i>	.	r	r	I	IV
<i>Verbascum pulverulentum</i>	.	.	.	II	III
<i>Viola bubanii</i>	.	.	.	.	II

Caract. i dif. de l'all. *Arrhenatherion*

<i>Carum carvi</i>	II	II	II	.	II
<i>Knautia arvensis</i>	III	I	+	.	.
<i>Heracleum sphondylium</i> s.l.	.	r	I	r	.
<i>Myosotis arvensis</i>	.	r	r	I	.
<i>Anthriscus sylvestris</i> subsp. s.	.	.	r	r	II
<i>Geranium pratense</i>	.	+	+	.	.
<i>Pimpinella major</i>	.	I	+	.	.
<i>Colchicum autumnale</i>	.	.	.	r	.

Caract. i dif. de la suball. *Aveno-Arrhenatherion*

<i>Galium pumilum</i> s.l. (Dsa)	III	II	r	I	I
<i>Polygala vulgaris</i> (Dsa)	IV	+	r	r	II
<i>Chaerophyllum aureum</i>	I	II	I	I	.
<i>Vicia segetalis</i> (Dsa)	.	I	r	III	III
<i>Knautia nevadensis</i> s.l.	.	II	I	II	.
<i>Polygala calcarea</i> (Dsa)	II	r	.	r	.

Sintàxon	GT	RT	TL	OT	CV
Nre. inventaris	9	121	90	73	14
Caract. de l'ord. <i>Arrhenatheretalia</i>					
<i>Arrhenatherum elatius</i> s.l.	II	IV	V	V	V
<i>Achillea</i> gr. <i>millefolium</i>	IV	IV	III	IV	V
<i>Leontodon hispidus</i> s.l.	V	II	III	r	.
<i>Trisetum flavescens</i> subsp. f.	V	IV	V	II	.
<i>Crepis capillaris</i>	.	I	r	+	.
<i>Silene vulgaris</i> s.l.	I	I	r	+	I
<i>Avenula pubescens</i>	IV	I	II	II	.
<i>Galium mollugo</i> s.l.	.	+	III	III	.
<i>Pastinaca sativa</i> s.l.	.	.	r	.	.
<i>Centaurea nigra</i> /C. <i>debeauxii</i>	.	II	r	II	.
<i>Astrantia major</i>	II	+	r	.	.
<i>Hypochaeris maculata</i>	II	.	.	.	.
<i>Vicia tenuifolia</i>	.	.	.	+	.
Caract. i dif. de la class. <i>Festuco-Brometea</i>					
<i>Bromus erectus</i>	.	II	I	I	I
<i>Sanguisorba minor</i> s.l.	IV	II	+	III	II
<i>Veronica chamaedrys</i>	II	r	.	II	II
<i>Salvia pratensis</i>	.	II	+	I	.
<i>Helianthemum nummularium</i>	III	+	.	+	II
<i>Thymus serpyllum</i> s.l.	IV	+	.	r	.
<i>Veronica serpyllifolia</i>	.	r	r	r	.
<i>Satureja vulgaris</i>	II	+	.	r	r
<i>Vulpia bromoides</i>	.	.	r	+	.
<i>Centaurea scabiosa</i>	II	II	.	+	.
<i>Veronica austriaca</i> subsp. <i>vablii</i>	.	I	r	I	II
<i>Filipendula vulgaris</i>	.	r	.	r	.
<i>Trifolium incarnatum</i> s.l.	.	r	.	r	II
<i>Saxifraga granulata</i>	.	.	.	.	.
<i>Campanula glomerata</i>	III	+	r	.	.
<i>Trifolium montanum</i>	III	I	r	r	.
<i>Carex caryophylla</i>	I	+	II	I	II
<i>Phleum phleoides</i>	II	r	.	r	.

Sintàxon	GT	RT	TL	OT	CV
Nre. inventaris	9	121	90	73	14
<i>Prunella laciniata</i>	.	r	.	+	.
<i>Anthyllis vulneraria</i>	II	r	r	.	.
Caract. de la class. <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>					
<i>Trifolium pratense</i>	V	V	V	V	V
<i>Trifolium repens</i>	IV	IV	V	IV	III
<i>Dactylis glomerata</i> subsp. g.	V	V	V	V	V
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Taraxacum</i>	I	IV	V	III	IV
<i>Poa trivialis</i> s.l.	.	II	IV	II	II
<i>Prunella vulgaris</i>	.	II	II	+	I
<i>Cynosurus cristatus</i>	II	II	II	I	III
<i>Plantago lanceolata</i>	IV	IV	V	V	IV
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	IV	II	IV	III	IV
<i>Lotus corniculatus</i> subsp. c.	V	IV	IV	IV	III
<i>Holcus lanatus</i>	I	II	IV	III	III
<i>Bellis perennis</i>	.	+	I	I	+
<i>Rumex acetosa</i> s.l.	IV	II	IV	II	III
<i>Potentilla reptans</i>	.	II	I	III	II
<i>Centaurea jacea</i> /C. <i>deci piens</i>	V	II	III	III	.
<i>Galium verum</i> s.l.	V	II	I	II	III
<i>Leucanthemum vulgare</i> aggr.	IV	III	IV	III	+
<i>Lolium perenne</i>	.	I	I	I	+
<i>Poa pratensis</i> s.l.	.	III	IV	IV	III
<i>Ranunculus acris</i>	II	II	V	III	III
<i>Cerastium fontanum</i> s.l.	III	III	IV	II	III
<i>Bromus hordeaceus</i> s.l.	.	II	II	III	III
<i>Daucus carota</i> s.l.	I	II	III	II	.
<i>Medicago lupulina</i>	I	III	IV	II	.
<i>Lathyrus pratensis</i>	II	III	III	III	IV
<i>Briza media</i>	IV	III	II	II	+
<i>Geranium dissectum</i>	.	+	r	II	I
<i>Hypochaeris radicata</i>	.	II	I	II	II
<i>Festuca</i> gr. <i>rubra</i>	V	II	III	I	IV
<i>Ranunculus bulbosus</i>	III	III	II	III	III

Sintàxon	GT	RT	TL	OT	CV
Nre. inventaris	9	121	90	73	14
<i>Trifolium dubium</i>	.	+	r	II	II
<i>Rhinanthus minor</i>	II	r	r	+	IV
<i>Tragopogon pratensis/T. lamottei</i>	II	III	III	II	III
<i>Stellaria graminea</i>	III	+	r	+	II
<i>Succisa pratensis</i>	II	r	.	+	+
<i>Ranunculus repens</i>	.	r	r	+	+
<i>Rumex crispus</i>	.	+	II	II	I
<i>Medicago sativa</i> s.l.	.	II	III	I	.
<i>Luzula campestris</i>	.	III	III	+	.
<i>Agrostis capillaris</i> s.l.	V	II	r	I	I
<i>Campanula rapunculus</i>	.	.	.	+	II
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	II	r	r	I	II
<i>Armeria</i> gr. <i>alliacea</i>	II	.	.	.	I
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	.	.	r	I	II
Companyes					
<i>Convolvulus arvensis</i>	.	I	r	II	II
<i>Trifolium campestre</i>	II	II	.	III	II
<i>Ononis spinosa</i> s.l.	II	I	r	II	.
<i>Vicia sativa</i>	.	r	I	II	.
<i>Hypericum perforatum</i>	.	+	.	r	I
<i>Veronica arvensis</i>	.	II	II	I	+
<i>Picris hieracioides</i>	.	II	II	+	+
<i>Linum catharticum</i>	III	I	r	r	.
<i>Eryngium campestre</i>	.	r	.	I	I
<i>Carex muricata</i> s.l.	.	r	r	I	r
<i>Trifolium ochroleucon</i>	II	r	r	.	I
<i>Rumex acetosella</i> s.l.	.	r	r	+	II
<i>Rubus ulmifolius</i>	.	r	.	I	III
<i>Urtica dioica</i>	.	r	.	r	II
<i>Orchis</i> gr. <i>maculata</i>	I	r	r	+	II
<i>Chamaespartium sagittale</i>	II	.	.	.	.
<i>Cirsium acaule</i>	II	r	.	.	.
<i>Thalictrum minus</i>	II	.	.	.	.

Sintàxon	GT	RT	TL	OT	CV
Nre. inventaris	9	121	90	73	14
<i>Dianthus hyssopifolius</i>	II	.	.	.	.
<i>Trifolium rubens</i>	II	.	.	.	.
<i>Jasione montana</i>	II	.	.	.	.
<i>Seseli annuum</i>	II	r	.	.	.
<i>Hieracium tardans</i>	II	.	.	.	.
<i>Molinia coerulea</i>	II	.	.	.	.
<i>Orchis majalis</i>	II	.	.	.	.
<i>Potentilla erecta</i>	II	.	.	.	.

Procedència dels inventaris: cf. Taula 1

Taula 5. Taula comparativa entre les associacions *Gentiano-Trisetetum* (GT), *Rhinantho-Trisetetum* (RT), *Tragopogono-Lolietum* (TL), *Odontito-Trifolietum* (OT) i *Conopodio-Vicietum* (CV) dels Pirineus i de la serralada Prelitoral catalana. CTv, espècie característica territorial del Vallespir; D, espècie diferencial [a, aliança, sa, subaliança]. N'hem exclòs les companyes de presència <20%.

Variabilitat

Dins de l'associació hi distingim 3 subassociacions ecogeogràfiques que queden diferenciades clarament en la taula sintètica (Taula 6) i en l'AFC (Figura 3):

- Subass. *trifolietosum pratensis* O. Bolòs et Masalles 1983 [= *typicum*]: prat de trèvols amb lli de prat típic

Sinonímia: subass. *arrhenatheretosum elatioris* O. Bolòs et Masalles 1983 (syntax. syn.) [= subass. *arrhenatheretosum* O. Bolòs et Masalles 1983 (orig. form)].

Espècies diferencials: *Tragopogon lamottei*, *Ononis spinosa*, *Eryngium campestre*, *Plantago media*, *Centaurea jacea* subsp. *vinyalsii*, *Carex spicata*, *Salvia pratensis* subsp. *p.*, *Leucanthemum ageratifolium*, *Festuca pratensis* subsp. *p.*, *Centaurea scabiosa* subsp. *s.*, *Centaureum erythraea*, *Tanacetum corymbosum* subsp. *c.* (Taula 6).

Distribució: extrem est del Prepirineu meridional oriental: valls d'Olot (baixa Garrotxa) i encontorns propers (vall de Bianya, plans de vora Santa Pau), Alta Garrotxa (Albanyà, vall de Beget, Sant Miquel de Pera, pla d'Oix, vall del Bac, Rocabruna) i Alt Vallespir (Costoja). Al pla de Banyoles i rodalia hi hem trobat fragments d'associació. L'altitud oscil·la entre 270 i 800(1.000) m.

Ecologia: àrees pradenques situades en valls secundàries i en planells de muntanya. Els terrenys són mesòfils i rics en carbonats. Bona part dels prats han estat instaurats damunt espais guanyats al bosc primitiu, tot i que en alguns casos, poden provenir d'antics camps de conreu reconvertits en prats dalladors.

Potencialitat: roureda de roure martinenc amb boix (*Buxo-Quercetum pubescentis*) i alzinar muntanyenc (*Asplenio-Quercetum ilicis*).

Sintaxonomia: Bolòs & Masalles (1983) van distingir dues subassociacions dins de l'*Odontito-Trifolietum*: la subass. *trifolietosum pratensis* (la típica) i la subass. *arrhenatheretosum elatioris*. No obstant, l'anàlisi dels nostres resultats (a partir de molts més inventaris i d'una àrea geogràfica major) ens condueix agrupar ambdues subassociacions en una de sola. Per aquest motiu, considerem la subassociació *arrhenatheretosum* com a un sinònim sintaxonòmic de la subassociació *trifolietosum*.

Variabilitat: Dins de la subassociació hi distingim dues variants ecològiques (Taula 7):

Var. *Brachypodium phoenicoidis*. Variant típica i la més eixuta i més propera al fenassar. Les espècies diferencials són: *Brachypodium phoenicoides*, *Galium pumilum* subsp. *papillosum*, *Knautia collina*, *Thymus serpyllum* subsp. *chamaedrys*.

Var. *Veronica austriaca* subsp. *valhii*. Variant un xic més humida i més propera al *Bromion erecti*. Sovint és pasturada, fet que es reflecteix en la seva composició florística. Les espècies diferencials són: *Veronica austriaca* subsp. *valhii*, *Lolium perenne*, *Bromus commutatus*, *Vicia tenuifolia*, *Galium lucidum* subsp. *l.*, *Cynosurus cristatus*.

- Subass. *geranietosum dissecti* subass. nova hoc loco: prat de trèvols amb gerani de fulla retallada

Sinonímia: subass. *geranietosum dissecti* Mercadal 2019 nom. ined. (art. 1).

Holotipus hoc loco: Taula 8, inv. 13, (Garrotxa, Vall de Bianya, a Llocalou, al prat del Xiprer, 350 m, 31TDG5773).

Espècies diferencials: *Potentilla reptans*, *Geranium dissectum*, *Lychnis flos-cuculi*, *Ajuga reptans*, *Mentha suaveolens*.

Distribució: territori olositànic i extrem nord-oriental dels Pirineus orientals: Valls Olot (baixa Garrotxa) i encontorns propers (vall de Bianya, pla d'Olot, pla de les Preses, pla d'en Bas, vall d'Hostoles, pla de Sant Miquel de Campmajor i pla de Sant Martí Sacalm) i Alt Vallespir (prats vora la vila de Costoja). De 340 a 820 m d'altitud.

Ecologia: àrees pradenques situades en planes fluvials, principalment damunt terrenys profunds de naturalesa volcànica (basalt), de reacció entre lleugerament àcida a lleugerament bàsica.

Els prats han estat instaurats damunt els terrenys guanyats al bosc primitiu, però de vegades, també provenen directament de prats sembrats de nova creació o de conreus deixats de cultivar i que passen a ser dallats anualment.

Potencialitat: principalment la roureda de roure pènel (*Isopyro-Quercetum roboris*), la freixeneda de freixe de fulla gran (*Brachypodio-Fraxinetum excelsioris*) i la verneda

(*Lamio-Alnetum glutisonae*); i, més rarament, al de la roureda de roure martinenc amb boix (*Buxo-Quercetum pubescentis*).

Sintaxonomia: descrivim una nova subassociació per incloure els prats de tendència mesohigròfila pròxims al *Geranio-Festucetum*, ja que hi contacta geogràficament i perquè és lleugerament més humida que la resta de subassociacions de l'*Odontito-Trifolietum*.

Variabilitat: dins de la subassociació hi distingim 3 variants ecològiques (Taula 8):

Var. *Bromus hordeaceus* s.l. Variant típica i ruderal que es diferencia per la presència de tàxons nitròfils. Aquesta forma es desenvolupa en sòls profunds de les terrasses fluvials de les valls olotines, especialment en àrees properes als nuclis de població. Són prats que provenen d'antics conreus o que periòdicament es milloren per mitjà de la sembra de plantes farratgeres. Si els prats es deixen d'ensemantar i només es mantenen mitjançant el dall o la pastura, la composició florística va variant i es va enriquint en tàxons singulars. Aleshores, en funció de la humitat edàfica, es poden arribar a convertir en una de les dues altres variants de la subassociació. Espècies diferencials: *Bromus hordeaceus* s.l., *Rumex crispus*, *Vicia hirsuta*, *Vicia sativa*, *Aster pilosus*, *Geranium molle* subsp. *m.*, *Carex muricata* subsp. *pairae*, *Avena barbata*, *Sonchus asper*.

Var. *Salvia pratensis* subsp. *pratensis*. Variant madura de sòls mesòfils diferenciada per plantes del *Bromion erecti*. Aquesta forma es desenvolupa damunt terrasses fluvials. Espècies diferencials: *Salvia pratensis* subsp. *p.*, *Rumex acetosa* subsp. *a.*, *Centaurea montana* subsp. *semidecurrens*.

Var. *Ranunculus acris*. Variant madura de sòls humits, profunds, i sovint d'origen palustre i amb un elevat contingut de matèria orgànica. Es diferencia per la presència de tàxons mesohigròfils, molts d'ells comuns a l'aliança *Oenantho-Gaudinion* (forma pròxima al *Geranio-Festucetum*). Espècies diferencials: *Ranunculus acris*, *Ophioglossum vulgatum*, *Orchis laxiflora*, *Carex flacca*, *C. distans*, *Stachys officinalis*, *Galium verum* subsp. *v.*

- Subass. *rhinanthetosum alectorolophi* subass. nova hoc loco: prat de trèvols amb fonollada pilosa

Sinonímia: subass. *rhinanthetosum alectorolophi* Mercadal 2019 nom. ined. (art. 1).

Holotipus hoc loco: Taula 9, inv. 7 (Vallespir: Serrallonga, prats de casa Pieri, 567 m, 31TDG6493).

Espècies diferencials: *Galium mollugo* subsp. *erectum*, *Rumex acetosa* subsp. *a.*, *Verbascum pulverulentum*, *Centaurea nigra* s.l. (incl. *C. debeauxii*), *Rhinanthus alectorolophus*.

Distribució: extrem nord-oriental dels Pirineus orientals (al voltant del Canigó): Alt Vallespir, a les valls de la capçalera del Tec (vora Costoja, Vila-roja, Sant Llorenç de Cerdans, La Manera, Serrallonga, Prats de Molló i la Presta), i Conflent (vall de la

Rotjà). Tanmateix, aquesta subassociació es deu estendre per altres valls del Vallespir i del Conflent (cal tenir en compte que hem realitzat un estudi poc intens en aquesta àrea pirinenca, especialment al Conflent, i que existeixen molts prats que no hem prospectat). A Eus i Prada (Conflent) hi hem trobat fragments d'associació. El límits altitudinals se situen entre (325)600 i 1.000 m

Ecologia: àrees pradenques situades en petites valls fluvials del vessant pirinenc septentrional submediterrani. Els prats se situen vora els cursos fluvials, damunt terrasses recents o en planers enmig de la muntanya. Els terrenys solen ser silícis de reacció àcida o neutra: granitoides, micasquists, gneis i conglomerats.

Els prats han estat instaurats damunt els terrenys guanyats al bosc primitiu (rouredes de roure martinenc i freixenedes de freixe de fulla gran), malgrat que en alguns casos, provenen d'antics cultius d'usurda, com ara els prats de la vall de la Rotjà (Conflent).

Potencialitat: principalment la roureda de roure martinenc (*Pteridio-Quercetum pubescentis*) i, menys freqüentment, la freixeneda de freixe de fulla gran (*Brachypodio-Fraxinetum excelsioris*).

Variabilitat: dins de l'associació hi distingim 2 variants ecològiques (Taula 9):

Var. *Peucedanum oreoselinum*. Variant típica i més propera al tipus de l'*Odontito-Trifolietum*. Es tracta de prats madurs dallats i pasturats (o redallats), però no ressebrats. És la forma més natural. Espècies diferencials: *Peucedanum oreoselinum*, *Rhinanthus alectorolophus*, *Centaurea nigra* subsp. *debeauxii*, *Euphorbia cyparissias*, *Cynosurus cristatus*, *Tragopogon lamottei*.

Var. *Medicago sativa* subsp. *sativa*. Variant mesòfila molt intervinguda agrícolament per l'home (dall, redall, sembra, irrigació), fet que l'aproxima ecològicament i florísticament al *Tragopogono-Lolietum*. Calen més inventaris del Conflent i de la Cerdanya per acabar d'aclarir l'adscripció i el rang fitosociològics d'aquesta variant, ja que podria tractar-se d'una forma pròpia del *Tragopogono-Lolietum*. Espècies diferencials: *Rumex obtusifolius*, *Tragopogon pratensis* subsp. *orientalis*, *Medicago sativa* subsp. *s.*, *Crepis vesicaria* subsp. *taraxacifolia*, *Onobrychis viciifolia*, *Lolium multiflorum*.

Sintàxons	OTg	OTt	OTr	OT
Nre. inventaris	32	16	25	73
Nre. tàxons	37	44	37	38

Diagnòstiques de l'associació

<i>Festuca arundinacea</i> subsp. <i>a.</i> (Cc)	90	87	72	83
<i>Linum usitatissimum</i> subsp. <i>a.</i> (Cc)	62	62	44	56

<i>Erigeron annuus</i>	34	75	52	49
<i>Agrimonia eupatoria</i> subsp. <i>e.</i>	25	81	32	39
<i>Orobancha minor</i>	28	25	36	30
<i>Origanum vulgare</i>	31	37	4	23
<i>Gaudinia fragilis</i>	12	18	8	12

Diferencials de la subass. *geranietosum*

<i>Potentilla reptans</i>	78	43	32	54
<i>Geranium dissectum</i> (Cc)	43	12	4	23
<i>Lychnis flos-cuculi</i> (Cc)	34	12	8	20
<i>Ajuga reptans</i>	31	6	8	17
<i>Mentha suaveolens</i>	21	6	4	12
<i>Geranium molle</i> subsp. <i>m.</i>	25	.	.	10
<i>Ophioglossum vulgatum</i>	18	.	.	8
<i>Orchis laxiflora</i>	15	.	.	6

Diferencials de la subass. *trifolietosum*

<i>Tragopogon lamottei</i>	18	62	16	27
<i>Ononis spinosa</i>	15	62	8	23
<i>Eryngium campestre</i>	9	56	8	19
<i>Plantago media</i>	9	56	4	17
<i>Centaurea j.</i> subsp. <i>vinyalsii</i>	15	68	.	21
<i>Bromus commutatus</i>	9	37	.	12
<i>Carex spicata</i>	.	31	8	9
<i>Salvia pratensis</i> subsp. <i>p.</i>	18	43	.	17
<i>Leucanthemum ageratifolium</i>	.	56	.	12
<i>Festuca pratensis</i> subsp. <i>p.</i> (Cc)	.	37	.	8
<i>Centaurea scabiosa</i> subsp. <i>s.</i>	.	31	.	6
<i>Centaureum erythraea</i>	.	31	.	6
<i>Tanacetum corymbosum</i> subsp. <i>c.</i>	.	31	.	6

Diferencials de la subass. *rhinanthetosum*

<i>Galium mollugo</i> subsp. <i>erectum</i> (Cc)	50	12	92	56
<i>Verbascum pulverulentum</i>	3	6	56	21
<i>Rumex acetosa</i> subsp. <i>a.</i> (Cc)	18	.	80	35
<i>Centaurea n.</i> subsp. <i>debeauxii</i> (Co)	.	6	28	10
<i>Tragopogon pratensis</i> (Cc)	6	.	24	10
<i>Centaurea nigra</i> subsp. <i>n.</i> (Co)	.	.	52	17

<i>Peucedanum oreoselinum</i>	.	.	44	15
<i>Rhinanthus alectorolophus</i> (Co)	.	.	24	8

Característiques i diferencials de l'all. *Arrhenatherion* i de l'ord. *Arrhenatheretalia*

<i>Arrhenatherum elatius</i> subsp. <i>e.</i>	87	75	96	87
<i>Achillea</i> gx. <i>millefolium</i>	84	87	72	80
<i>Trisetum flavescens</i> subsp. <i>f.</i>	18	31	52	32
<i>Avenula pubescens</i> subsp. <i>p.</i>	34	.	44	30
<i>Myosotis arvensis</i> subsp. <i>a.</i>	6	6	24	12
<i>Chaerophyllum aureum</i>	9	.	20	10
<i>Anthriscus sylvestris</i> subsp. <i>s.</i>	.	.	8	2
<i>Heracleum sphondylium</i> s.l.	.	.	8	2
<i>Phyteuma o.</i> subsp. <i>ibericum</i>	.	6	.	1
<i>Leontodon hispidus</i>	.	6	.	1
<i>Crepis biennis</i> var. <i>ceretana</i>	3	.	.	1
<i>Narcissus tazetta</i> subsp. <i>t.</i>	3	.	.	1

Característiques i diferencials de la class. *Molinio-Arrhenatheretea*

<i>Plantago lanceolata</i>	87	93	88	89
<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>g.</i>	84	100	80	86
<i>Trifolium pratense</i>	81	100	80	84
<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>c.</i>	75	87	76	78
<i>Trifolium repens</i>	31	87	72	57
<i>Holcus lanatus</i>	56	62	68	61
<i>Poa pratensis</i>	75	43	64	64
<i>Taraxacum officinale</i>	75	31	72	64
<i>Ranunculus acris</i>	43	43	92	60
<i>Bromus hordeaceus</i>	56	50	60	56
<i>Ranunculus bulbosus</i>	65	50	48	56
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	56	31	68	54
<i>Lathyrus pratensis</i>	68	50	32	52
<i>Rhinanthus pumilus</i>	34	37	64	45
<i>Leucanthemum ircutianum</i>	40	25	64	45
<i>Vicia segetalis</i>	40	18	60	42
<i>Daucus carota</i> subsp. <i>c.</i>	50	56	.	34
<i>Briza media</i>	28	62	12	30
<i>Trifolium dubium</i>	46	25	28	35

<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i>	37	37	24	32
<i>Centaurea decipiens</i>	21	25	32	26
<i>Medicago lupulina</i>	31	43	4	24
<i>Lolium perenne</i>	9	43	24	21
<i>Vicia sepium</i>	9	25	36	21
<i>Poa trivialis</i> subsp. <i>t.</i>	21	12	32	23
<i>Agrostis capillaris</i> subsp. <i>c.</i>	3	37	20	16
<i>Crepis v.</i> subsp. <i>taraxacifolia</i>	25	6	12	16
<i>Ranunculus repens</i>	15	6	12	12
<i>Phleum p.</i> subsp. <i>nodosum</i>	3	12	12	8
<i>Phleum pratense</i> subsp. <i>p.</i>	.	12	12	6
<i>Agrostis stolonifera</i>	12	12	.	8
<i>Rhinanthus minor</i>	15	6	.	8
<i>Vicia cracca</i>	.	6	12	5
<i>Alopecurus pratensis</i>	3	6	4	4
<i>Leucanthemum pallens</i>	.	6	.	1
Companyes				
<i>Sanguisorba m.</i> subsp. <i>balearica</i>	62	31	44	49
<i>Trifolium campestre</i>	9	56	52	34
<i>Vicia sativa</i>	37	31	20	30
<i>Hypochaeris radicata</i>	18	31	36	27
<i>Rumex crispus</i>	40	31	8	27
<i>Luzula campestris</i>	43	.	16	24
<i>Vicia hirsuta</i>	37	.	24	24
<i>Galium verum</i> subsp. <i>v.</i>	25	43	4	21
<i>Medicago sativa</i> subsp. <i>s.</i>	18	25	24	21
<i>Knautia nevadensis</i>	25	37	4	20
<i>Rubus ulmifolius</i>	28	18	12	20
<i>Veronica arvensis</i>	25	6	24	20
<i>Veronica austriaca</i> subsp. <i>valbii</i>	18	56	.	20
<i>Veronica chamaedrys</i>	25	12	20	20
<i>Bellis perennis</i>	34	12	4	19
<i>Bromus erectus</i> subsp. <i>e.</i>	18	18	20	19
<i>Convolvulus arvensis</i>	21	37	4	19
<i>Carex flacca</i>	21	37	.	17
<i>Cirsium arvense</i>	34	12	.	17

<i>Cynosurus cristatus</i>	9	18	24	16
<i>Galium pumilum</i> subsp. <i>papillosum</i>	9	37	8	15
<i>Geranium columbinum</i>	3	37	16	15
<i>Rumex obtusifolius</i>	9	6	28	15
<i>Stachys officinalis</i>	18	31	.	15
<i>Carex caryophylla</i>	25	.	8	13
<i>Sherardia arvensis</i>	15	25	4	13
<i>Cerastium glomeratum</i>	18	6	8	12
<i>Onobrychis viciifolia</i>	18	6	8	12
<i>Plantago major</i> subsp. <i>m.</i>	18	6	8	12
<i>Prunella vulgaris</i>	9	37	.	12
<i>Aster pilosus</i>	25	.	.	10
<i>Picris echioides</i>	12	12	8	10
<i>Silene vulgaris</i>	6	.	24	10
<i>Artemisia vulgaris</i>	3	.	24	9
<i>Brachypodium phoenicoides</i>	3	31	4	9
<i>Euphorbia cyparissias</i>	.	.	28	9
<i>Euphorbia f.</i> subsp. <i>brittingeri</i>	21	.	.	9
<i>Helianthemum nummularium</i>	.	25	12	9
<i>Petrorhagia prolifera</i>	6	.	20	9
<i>Stellaria graminea</i>	.	6	24	9
<i>Verbena officinalis</i>	9	25	.	9
<i>Vicia tenuifolia</i>	.	31	8	9
<i>Blackstonia perfoliata</i> subsp. <i>p.</i>	3	31	.	8
<i>Galium lucidum</i> subsp. <i>l.</i>	6	25	.	8
<i>Pteridium aquilinum</i>	.	.	24	8
<i>Cichorium intybus</i>	3	25	.	6
<i>Satureja calamintha</i> subsp. <i>a.</i>	.	.	20	6
<i>Prunella laciniata</i>	.	25	.	5

Procedència dels grups d'inventaris

OTg. GARROTXA, SELVA i VALLESPÍR: Taula 8

OTt. ALT EMPORDÀ, GARROTXA i RIPOLLÈS: Taula 7 i dades bibliogràfiques (Bolòs & Masalles, 1983)

OTr. VALLESPÍR i CONFLENT: Taula 9

Taula 6. Taula comparativa de les subassociacions de l'*Odontito-Trifolietum* (OT) al nord-est de Catalunya: subass. *geranietosum* (OTg), subass. *trifolietosum* (OTt) i subass. *rhinanthetosum* (OTr). C, espècie característica [c, classe; o, ordre]. N'hem exclòs les companyes de presència <20%,

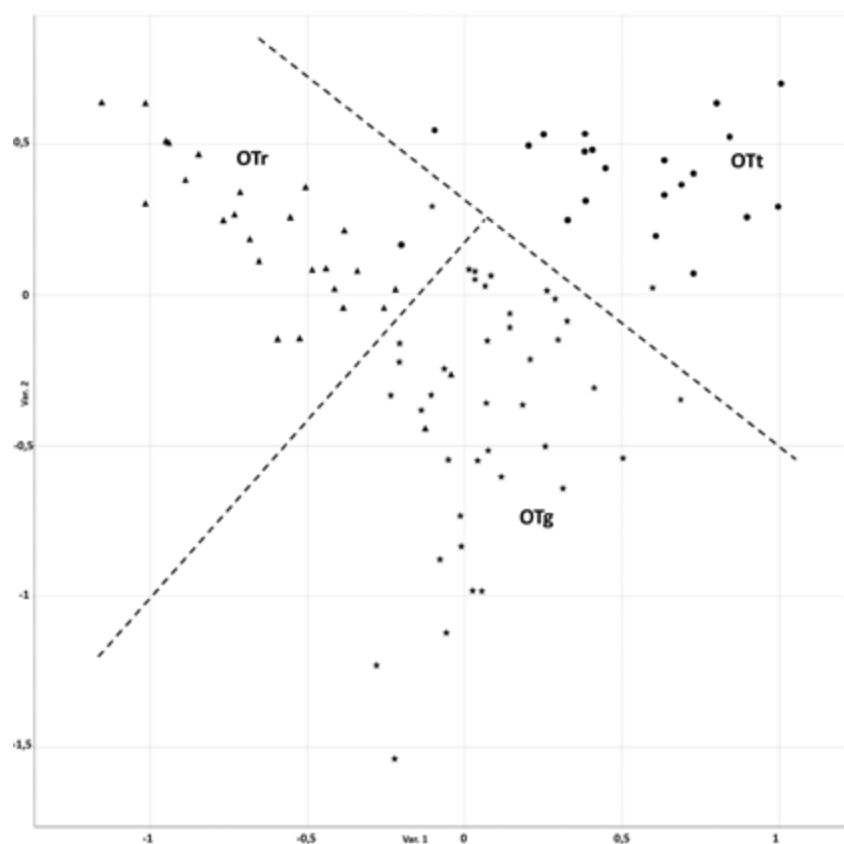


Figura 3. AFC de l'associació *Odontito-Trifolietum* (79 inv.: 71 propis i 8 bib.). S'hi representen els dos primers eixos, que acumulen una variància conjunta del 13,6%. Hi hem distingit tres subassociacions: subass. *geranietosum* (OTg, ★), subass. *trifolietosum* (OTt, ●) i subass. *rhinanthetosum* (OTr, ▲). El primer eix separa els prats en funció de la reacció del sòl: a l'esquerra, hi apareixen els inventaris més acidòfils de la subass. *rhinanthetosum*, i a la dreta, els més basòfils de la subass. *trifolietosum*. El segon eix separa els inventaris segons la seva maduresa i la seva humitat edàfica: a dalt, hi queden els inventaris mesòfils més naturals i amb menys plantes nitròfiles de les subassociacions *trifolietosum* i *rhinanthetosum*, mentre que a baix, hi apareixen els prats més mesohigròfils, més immadurs i més nitrificats de la subass. *geranietosum*.

Número d'inventari	1	2	3	4	5	6	OTtb	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	OTtv	Sint.
Àrea estudiada (m ²)	100	100	100	100	50	50	83	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	94
Alçada de la vegetació (cm)	120	160	120	130	100	60	115	90	80	150	80	120	80	160	160	100	160	118	117
Recobriment total (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Nombre de tàxons	43	40	42	37	32	39	39	50	51	55	40	41	44	40	34	50	65	47	44
Altitud (m)	257	718	650	638	380	410	509	592	476	720	755	941	942	804	800	802	707	754	662

Inclinació	0	5	5	0	25	--	7	0	0	20	0	0	0	0	5	0	0	3	4
Dall	sí	sí	sí	no	--	--	75	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	no	90	86
Pastura	no	no	sí	no	--	--	25	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	no	90	71

Espècies diagnòstiques de l'ass. *Odontito-Trifolietum*

<i>Festuca arundinacea</i> subsp. <i>arundinacea</i>	1.1	2.2	2.2	2.2	.	.	67	2.2	1.1	1.1	1.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	1.1	100	87
<i>Agrimonia eupatoria</i> subsp. <i>eupatoria</i> (Dss)	+	+	+	1.1	+	2	100	+	1.1	1.1	+	.	+	+	.	.	+	80	81
<i>Erigeron annuus</i>	.	+	1.1	+	.	.	50	+	1.1	+	+	+	+	+	+	.	+	90	75
<i>Linum usitatissimum</i> subsp. <i>angustifolium</i>	.	2.2	+	+	.	+	67	+	.	+	.	+	1.1	.	.	1.1	1.1	50	62
<i>Origanum vulgare</i>	+	.	+	.	+	+2	33	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	20	37
<i>Orobancha minor</i>	.	.	.	.	.	.	0	+	.	.	.	.	.	+	.	+	+	40	25
<i>Gaudinia fragilis</i>	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	+	1.1	.	.	.	1.1	30	18

Diferencials de la subass. *trifolietosum pratensis*

<i>Centaurea jacea</i> subsp. <i>vinyalsii</i>	+	2.2	1.1	2.2	+	2	100	.	+	+	.	.	.	1.1	.	+	+	50	68
<i>Plantago media</i>	.	+	2.2	.	.	+	50	1.2	1.1	+	+	.	.	.	.	+	+	60	56
<i>Tragopogon lamottei</i>	+	+	+	+	.	.	67	.	+	+	+	.	.	2.2	+	+	.	60	62
<i>Eryngium campestre</i>	+	+	.	1.1	.	.	50	1.1	+	.	.	.	+	+	+	+	.	60	56
<i>Leucanthemum ageratifolium</i>	.	+	1.1	+	.	.	50	.	+	1.1	+	+	.	.	+	.	+	60	56
<i>Ononis spinosa</i> s.l.	.	+	+	+	.	+	67	.	.	+	+	.	+	+	+	1.1	.	60	62
<i>Salvia pratensis</i> subsp. <i>pratensis</i>	.	.	+	.	.	.	17	+	.	+	+	.	.	+	+	1.1	.	60	43
<i>Tanacetum corymbosum</i> subsp. <i>corymbosum</i>	.	+	.	.	.	.	17	.	+	+	.	.	.	.	.	+	+	40	31
<i>Centaurea scabiosa</i> subsp. <i>scabiosa</i>	.	.	+	+	.	.	33	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	30	31
<i>Carex spicata</i>	.	+	.	.	.	.	17	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+	40	31
<i>Centaureum erythraea</i>	+	.	.	+	.	+	50	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	20	31

Diferencials de la var. *Brachypodium phoenicoidis*

<i>Brachypodium phoenicoides</i>	1.1	1.1	.	2.2	1	+	83	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	31
<i>Galium pumilum</i> subsp. <i>papillosum</i>	.	+	+	+	+	+	83	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	10	37
<i>Knautia collina</i>	+	+	+	.	.	.	50	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	18
<i>Thymus serpyllum</i> subsp. <i>chamaedrys</i>	.	.	+	.	.	+	33	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	12

Diferencials de la var. *Veronica austriaca* subsp. *valhii*

<i>Veronica austriaca</i> subsp. <i>valhii</i>	.	.	.	.	.	.	0	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+	90	56
<i>Lolium perenne</i>	.	.	.	.	.	.	0	+	2.2	.	.	2.2	1.1	.	3.3	1.1	+	90	43
<i>Bromus commutatus</i>	.	.	.	.	.	.	0	2.2	+	.	.	.	1.1	+	+	1.2	.	60	37
<i>Vicia tenuifolia</i>	.	.	.	.	.	.	0	.	.	1.1	+	.	.	2.2	2.2	2.2	.	50	31
<i>Galium lucidum</i> subsp. <i>lucidum</i>	.	.	.	.	.	.	0	.	+	+	.	.	.	+	1.1	.	.	40	25
<i>Cynosurus cristatus</i>	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	+	1.1	.	.	.	+	30	18

Diferencials de la suball. *Aveno-Arrhenatherenion*

<i>Knautia nevadensis</i> var. <i>lanceolata</i>	.	.	+	1.1	.	.	33	.	+	+	+	.	.	.	.	+	.	40	37
<i>Rhinanthus pumilus</i>	.	.	+	.	.	.	17	.	.	.	.	+	1.1	2.2	1.1	3.3	.	50	37
<i>Vicia segetalis</i>	.	.	.	.	.	.	0	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	30	18
<i>Prunella grandiflora</i> subsp. <i>pyrenaica</i>	.	.	.	.	+	+	33	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	10	18

Característiques de l'all. *Arrhenatherion* i de l'ord. *Arrhenatheretalia*

<i>Achillea</i> gr. <i>millefolium</i>	+	+	1.1	1.1	+	.	83	2.2	1.1	+	+	1.1	1.1	1.1	1.1	.	2.2	90	87
<i>Arrhenatherum elatius</i> subsp. <i>elatius</i>	1.1	3.3	2.2	3.3	4	.	83	.	1.1	3.3	2.2	.	.	2.2	2.2	2.2	1.1	70	75
<i>Trisetum flavescens</i> subsp. <i>flavescens</i>	.	.	.	.	.	.	0	.	.	2.2	2.2	2.2	2.2	1.1	.	.	.	50	31
<i>Galium mollugo</i> subsp. <i>erectum</i>	.	.	.	.	.	.	0	.	2.2	2.2	.	.	.	.	.	.	.	20	12
<i>Leontodon hispidus</i>	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	10	6
<i>Myosotis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	10	6
<i>Crepis capillaris</i>	.	.	.	.	1	.	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	6

Característiques de la class. *Molinio-Arrhenatheretea*

<i>Trifolium pratense</i>	1.1	1.1	1.1	1.1	+	3	100	1.1	2.2	2.2	1.1	2.2	2.2	3.3	2.2	2.2	2.2	100	100
<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>glomerata</i>	2.2	2.2	1.1	1.1	2	.	83	2.2	2.2	2.2	2.2	1.1	2.2	2.2	2.2	2.2	1.1	100	93

<i>Plantago lanceolata</i>	2.2	+	2.2	2.2	1	+	100	1.1	1.1	1.1	1.1	.	1.1	2.2	2.2	1.1	1.1	90	93
<i>Trifolium repens</i>	1.1	.	1.1	+	+	.	83	+	2.2	+	3.3	2.2	1.1	2.2	2.2	2.2	2.2	100	87
<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>corniculatus</i>	+	+	1.1	+	+	.	83	1.1	1.1	1.1	1.1	.	2.2	2.2	.	2.2	1.1	80	81
<i>Holcus lanatus</i>	.	.	2.2	.	+	3	50	+	1.2	+	+	1.1	1.1	.	.	.	3.3	70	62
<i>Briza media</i>	+	+	.	2.2	.	.	50	+	+	+	+	.	2.2	+	.	+	.	80	62
<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>	+	+	+	.	.	3	67	+	+	.	+	.	.	.	.	+	+	50	56
<i>Lathyrus pratensis</i>	.	+	.	.	2	+	50	+	.	+	+	.	.	2.2	+	.	.	50	50
<i>Bromus hordeaceus</i> s.l.	1.1	.	+	.	.	.	33	1.1	+	.	.	+	.	+	.	+	+	60	50
<i>Ranunculus bulbosus</i>	+	+	.	.	.	.	33	1.1	.	+	.	+	.	1.1	+	.	+	60	50
<i>Poa pratensis</i>	.	.	.	.	.	+	17	.	.	+	+	.	+	2.2	2.2	2.2	.	60	43
<i>Medicago lupulina</i>	.	+	.	.	.	.	17	+	1.1	1.1	+	.	.	+	+	.	.	60	43
<i>Ranunculus acris</i>	.	.	.	.	.	.	0	.	+	+	1.1	1.1	+	.	.	.	+	60	37
<i>Festuca pratensis</i> subsp. <i>pratensis</i>	.	.	+	.	.	.	17	.	2.2	+	+	+	+	.	.	.	.	50	37
<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i>	.	+	+	.	.	+	50	.	+	.	.	+	.	.	.	.	+	30	37
<i>Agrostis capillaris</i> subsp. <i>capillaris</i>	3.4	+	.	.	2	.	50	.	.	.	.	1.1	+	.	.	.	+	30	37
<i>Anthoxanthum</i> <i>odoratum</i>	.	.	.	.	.	.	0	+	.	.	.	+	1.1	1.1	.	.	+	40	31
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Taraxacum</i>	.	.	.	.	+	.	17	.	+	.	.	1.1	.	+	+	.	.	40	31
<i>Centaurea decipiens</i>	.	.	.	.	.	.	0	.	.	1.1	2.2	2.2	+	.	.	.	.	40	25
<i>Leucanthemum</i> <i>ircutianum</i>	.	.	.	.	+	+	33	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	20	25
<i>Vicia sepium</i>	.	.	.	.	.	.	0	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+	40	25
<i>Trifolium dubium</i>	.	.	.	.	.	.	0	+	.	.	.	+	+	.	.	.	+	40	25
<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>rubra</i>	.	.	.	.	2	.	17	2.2	.	+	.	.	.	.	.	.	.	20	18
Companyes																			
<i>Trifolium campestre</i>	.	.	.	.	+	+	33	1.1	+	+	+	+	+	.	.	.	+	70	56
<i>Potentilla reptans</i>	2.2	2.2	.	.	.	.	33	1.1	1.1	1.1	1.1	.	.	.	.	.	+	50	43
<i>Galium verum</i> subsp. <i>verum</i>	.	+	2.2	1.1	.	.	50	.	.	.	.	+	+	+	1.1	.	.	40	43
<i>Geranium</i> <i>columbinum</i>	.	+	.	.	.	.	17	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	50	37
<i>Carex flacca</i> s.l.	+	+	.	+	.	+	50	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	20	37
<i>Convolvulus arvensis</i>	+	.	1.1	.	.	+	33	.	1.1	.	.	.	.	.	1.1	.	+	30	37
<i>Prunella vulgaris</i>	1.1	1.1	1.1	.	.	2	67	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	20	37

<i>Hypochaeris radicata</i>	.	.	.	.	.	.	0	+	.	+	.	+	+	.	.	.	+	40	31
<i>Rumex crispus</i>	.	.	.	.	.	.	0	.	+	+	+	+	.	.	.	.	+	50	31
<i>Stachys officinalis</i>	+	+	.	+	.	+	67	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	10	31
<i>Sanguisorba minor</i> subsp. <i>balearica</i>	+	.	.	+	.	1	50	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	20	31
<i>Blackstonia perfoliata</i> subsp. <i>perfoliata</i>	+	.	+	+	.	.	50	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	20	31
<i>Vicia sativa</i>	.	+	.	.	.	.	17	.	.	+	.	.	.	+	+	+	.	40	31
<i>Sherardia arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	0	1.1	.	+	+	.	.	.	.	.	+	40	25
<i>Helianthemum</i> <i>nummularium</i>	.	.	.	.	.	.	0	+	+	+	.	.	.	+	.	.	.	40	25
<i>Cichorium intybus</i>	+	.	1.1	+	.	.	50	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	10	25
<i>Verbena officinalis</i>	+	+	.	+	.	.	50	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	25
<i>Prunella laciniata</i>	+	.	+	.	.	.	33	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	20	25
<i>Medicago sativa</i> subsp. <i>sativa</i>	+	.	.	+	.	.	67	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	20	25
<i>Bromus erectus</i> subsp. <i>erectus</i>	.	.	.	.	.	.	0	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.	30	18
<i>Crepis nicaeensis</i>	.	.	.	.	.	.	0	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	30	18
<i>Juncus tenuis</i>	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	+	+	.	.	.	1.1	30	18
<i>Anagallis arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	0	+	.	+	.	.	.	.	.	.	+	30	18
<i>Onobrychis supina</i> subsp. <i>supina</i>	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	+	.	.	+	.	+	.	30	18
<i>Rubus ulmifolius</i>	+	+	.	.	+	.	50	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	18
<i>Dianthus deltoides</i>	.	.	+	+	.	.	33	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	10	18
<i>Psoralea bituminosa</i>	.	+	.	.	.	.	17	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	20	18
<i>Satureja vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i>	+	.	+	.	.	.	33	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	10	18
<i>Hypericum</i> <i>tetrapterum</i> subsp. <i>tetrapterum</i>	+	.	.	.	.	.	17	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	20	18
<i>Pulicaria dysenterica</i>	+	.	.	.	.	.	17	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	20	18

Característiques de la classe *Molinio-Arrhenatheretea* presents a 2 inventaris

Poa trivialis subsp. *trivialis*: 7(2.2), 16(2.2); *Pbleum pratense* subsp. *pratense*: 10, 11(2.2); *Lychnis flos-cuculi*: 6 (1.1), 12; *Geranium dissectum*: 7, 16.

Característiques de la classe *Molinio-Arrhenatheretea* presents a un sol inventari

2: *Vicia cracca*; 7: *Galium parisiense* subsp. *parisiense* (1.2), *Crepis vesicaria* subsp. *taraxacifolia*; 12: *Alopecurus pratensis* subsp. *pratensis*, *Trifolium medium*; 13: *Rhinanthus minor*; 16: *Stellaria graminea*, *Centaurea nigra* subsp. *debeauxii*, *Dipsacus fullonum* subsp. *fullonum*.

Companyes presents a 2 inventaris

Agrostis stolonifera: 5, 6(3,3); *Centaureum pulchellum* subsp. *tenuiflorum*: 3(1.1), 4; *Picris hieracioides* subsp. *hieracioides*: 3, 5(1.1); *Hypericum perforatum*: 5, 6; *Phleum phleoides*: 3, 4; *Prunus spinosa*: 5, 6; *Veronica chamaedrys*: 5, 6; *Bellis perennis*: 7(1.1), 11; *Anacamptis pyramidalis*: 8, 15; *Campanula rapunculus*: 5, 15; *Carex vulpina* subsp. *cuprina*: 8, 16; *Cirsium arvense*: 8, 9; *Dactylorhiza fuchsii*: 4, 12; *Echium vulgare* subsp. *vulgare*: 3, 15; *Foeniculum vulgare* subsp. *piperitum*: 9, 10; *Geranium pyrenaicum*: 12, 15; *Orchis militaris*: 13, 14; *Peucedanum officinale*: 13, 15; *Phleum pratense* subsp. *nodosum*: 4, 16; *Picris echioides*: 7, 15; *Succisa pratensis*: 1, 11; *Trifolium montanum*: 15, 16; *Vicetoxicum hirundinaria*: 9, 15; *Vulpia bromoides*: 11, 16(1.1).

Companyes presents en un sol inventari

1: *Cynodon dactylon* (2.2), *Trifolium fragiferum* (1.1), *Carex birta*, *Cerastium glomeratum*, *Geum urbanum*, *Leucanthemum pallens*; 2: *Cirsium tuberosum*; 3: *Lolium rigidum*; 4: *Catanache caerulea*, *Dorycnium hirsutum*; 5: *Euphorbia flavicoma* subsp. *verrucosa* (1.1), *Fragaria vesca* (1.1), *Ajuga reptans*; 6: *Acrocladium cuspidatum* (2.2), *Odontites vernus* subsp. *serotinus* (2.2), *Euphrasia* cf. *pectinata*, *Lathyrus hirsutus*, *Linum catharticum*, *Ranunculus repens*; 7: *Bromus catharticus*, *B. sterilis*, *Hordeum murinum* subsp. *leporinum*, *Muscari neglectum*, *Sonchus asper*, *Ulmus minor*, *Veronica arvensis*; 9: *Tetragonolobus maritimus*; 10: *Elymus campestris*; 11: *Juncus acutiflorus*, *J. conglomeratus*, *J. effusus*, *Rumex obtusifolius*; 12: *Molinia coerulea*, *Scirpoides holoschoenus*, *Trifolium strictum*; 14: *Onobrychis viciifolia* (1.2), *Geranium sylvaticum* subsp. *sylvaticum*; 15: *Gladiolus communis* (1.1), *Allium vineale*, *Campanula rapunculoides*, *Filipendula vulgaris*, *Phyteuma orbiculare* subsp. *ibericum*, *Plantago major* subsp. *major*, *Populus tremula*, *Silene latifolia* subsp. *latifolia*, *Viola tricolor* subsp. *arvensis*; 16: *Carex ovalis*, *Juncus articulatus*, *J. inflexus*, *Lolium multiflorum*, *Malva sylvestris*, *Sagina apetala* subsp. *apetala*, *Verbascum pulverulentum*.

Procedència dels grups d'inventaris

1. ALT EMPORDÀ: Albanyà, prat del Ferrers, 31TDG7568 (14/06/2016)
2. GARROTXA: Vall de Bianya, Vall del Bac, a la plana de la Rovirota, 31TDG5079 (21/07/2016)
3. GARROTXA: Vall de Bianya, Vall del Bac, al Quintà del Pagès, 31TDG5379 (21/07/2016)
4. GARROTXA: Vall de Bianya, Vall del Bac, a les planes Rònegues, 31TDG5279 (31/07/2016)
5. GARROTXA: Santa Pau: El Sallent, Montestir, part baixa, 31TDG66 (Bolòs & Masalles, 1983) [*Odontito-Trifolietum* subass. *arrhenatheretosum*]
6. GARROTXA: Santa Pau, El Sallent, Montestir, prop del Mas Plansamata, 31TDG66 (Bolòs & Masalles, 1983) [*Odontito-Trifolietum* subass. *trifolietosum*]
7. GARROTXA: Joanetes, 31TDG5263 (05/06/2004)
8. RIPOLLÈS: Camprodon, Beget, al Pla de la Teularia, 31TDG5784 (29/06/2016)
9. RIPOLLÈS: Camprodon, Beget, als prats de les Arçoles, 31TDH5586 (29/06/2016)
10. RIPOLLÈS: Camprodon, Beget, prat de vora les Arçoles, 31TDG5586 (29/06/2016)
11. RIPOLLÈS: Camprodon, Beget, vora el castell de Rocabruna, 31TDG5587 (29/06/2016)
12. RIPOLLÈS: Camprodon, Beget, vora el castell de Rocabruna, 31TDG5586 (29/06/2016).
13. GARROTXA: Montagut i Oix, Oix, al coll de Pera, 31TDG5281 (03/06/2016)
14. GARROTXA: Montagut i Oix, Oix, al coll de Pera, 31TDG5881 (03/06/2016)
15. GARROTXA: Montagut i Oix, Oix, al coll de Pera, 31TDG5881 (31/05/2016)
16. ALT EMPORDÀ: Albanyà, prats de l'Hostal de la Muga, 31TDG6786 (15/05/2016)

Taula 7. *Odontito-Trifolietum* subass. *trifolietosum pratensis* al nord-est de Catalunya. OTtb: *Odontito-Trifolietum* subass. *trifolietosum* var. *Brachypodium phoenicoides* [inv. 1-6]; OTtv: *Odontito-Trifolietum* subass. *trifolietosum* var. *Veronica austriaca* subsp. *valhii* [inv. 7-16]; Sint., columna sintètica de la subassociació. Dss, espècie diferencial de la subassociació.

Número d'inventari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	S	
Àrea estudiada (m²)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Alçada de la vegetació (dm)	10	12	11	14	10	7	14	12	12	6	16	17	7	16	12	11	12	14	8	16	7	14	11	12	6	11	9	10	9	6	6	11	100	
Recobriments total (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Nombre de tàxons	26	44	37	25	37	45	29	39	37	26	42	41	64	42	30	35	31	31	36	32	33	44	44	46	37	27	57	34	33	37	33	40	37	
Altitud (dm)	46	34	34	34	47	47	40	50	53	44	44	46	35	35	36	49	49	51	50	49	50	36	80	36	50	52	81	80	81	81	81	82	52	
Inclinació	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Dall	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	no	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	97
Redall	sí	no	no	sí	no	no	sí	no	sí	sí	sí	sí	no	sí	no	no	no	sí	sí	sí	sí	no	sí	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	41
Pastura	no	no	no	no	no	sí	no	no	no	no	no	no	no	no	no	sí	sí	no	no	no	no	sí	no	sí	no	sí	no	sí	sí	sí	no	sí	34	
Adob	no	no	no	sí	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	3
Sembra	no	no	no	sí	sí	no	no	no	sí	sí	sí	no	no	sí	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	19
Inundació natural	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	sí	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	sí	sí	no	no	no	sí	sí	sí	sí	no	22	

Espècies diagnòstiques de l'ass. *Odontito-Trifolietum*

<i>Festuca arundinacea</i> subsp. <i>a.</i>	2.2	2.2	2.2	3.3	2.2	2.2	3.3	1.1	3.3	2.2	3.3	3.3	2.2	2.2	2.2	1.2	1.1	2.2	.	.	.	1.1	2.2	1.1	2.2	+	1.1	1.1	1.1	1.1	2.2	2.2	90	
<i>Linum u.</i> subsp. <i>angustifolium</i>	+	1.1	+	+	1.1	2.2	1.1	.	1.1	.	+	+	1.1	1.1	3.3	.	.	+	.	.	.	1.1	1.1	+	.	.	+	.	.	.	+	62		
<i>Erigeron annuus</i>	+	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	34
<i>Agrimonia eupatoria</i> subsp. <i>e.</i>	.	+	1.1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1.1	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	25
<i>Origanum vulgare</i>	.	+	.	.	.	2.2	.	+	1.1	.	+	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	2.2	.	1.1	.	.	+	.	.	.	.	.	31
<i>Orobancha minor</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	28
<i>Gaudinia fragilis</i>	1.1	1.1	1.1	12

Diferencials de la subass. *geranietosum dissecti*

<i>Potentilla reptans</i>	+	1.1	1.1	2.2	.	.	.	.	2.2	1.1	1.1	2.2	1.1	2.2	1.1	.	2.2	1.1	+	.	.	.	2.2	+	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	78
<i>Geranium dissectum</i>	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	43
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	.	.	+	.	.	2.2	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	34

Característiques de la classe Molinio-Arrhenatheretea presents a 2 o 3 inventaris

Cynosurus cristatus: 23, 24, 30; *Festuca rubra* subsp. *rubra*: 6(1.1), 20, 26; *Lolium perenne*: 10, 12 (1.1), 14; *Vicia sepium*: 8, 25, 26; *Leontodon taraxacoides* subsp. *taraxacoides*: 14, 21; *Oenanthe pimpinelloides*: 13, 30; *Tragopogon pratensis*: 1, 23.

Característiques de la classe Molinio-Arrhenatheretea presents a un sol inventari

14: *Festuca rubra* subsp. *commutata* (1.1); 23: *Agrostis capillaris* subsp. *capillaris* (1.1); 27: *Phleum pratense* subsp. *nodosum*.

Companyes presents a 2 o 3 inventaris

Bromus commutatus: 8(1.1), 13, 23; *B. sterilis*: 4(1.1), 8, 22; *Campanula rapunculus*: 3, 6, 23; *Carex diculca*: 2, 6, 8; *C. hirta*: 2, 3, 11; *Eryngium campestre*: 14, 22, 27; *Galium pumilum* subsp. *papillosum*: 5, 6(1.1), 23; *Juncus articulatus*: 11, 29, 30; *Laserpitium latifolium*: 8, 11, 17; *Medicago arabica*: 2, 9(1.2), 23; *Mentha aquatica*: 2, 3, 22; *Ornithogalum subgen. umbellatum*: 16, 17, 20; *Plantago media*: 24, 25, 27; *Prunella vulgaris*: 1, 11, 13; *Rumex conglomeratus*: 1, 2, 11; *R. obtusifolius*: 8, 10, 12; *Succisa pratensis*: 24(2.2), 25(2.2), 28; *Tetragonolobus maritimus*: 27, 31(1.1), 32; *Trifolium campestre*: 6, 7, 27; *Valeriana officinalis*: 12, 23, 25; *Verbena officinalis*: 1, 11, 12; *Veronica persica*: 9, 12, 13; *Vicia incana*: 16, 17(1.1), 20(1.1); *Avenula pratensis* subsp. *iberica*: 22, 24; *Capsella bursa-pastoris*: 20, 26; *Dipsacus fullonum* subsp. *fullonum*: 12, 27; *Euphorbia villosa*: 25, 26; *Filipendula ulmaria*: 11(1.1), 12(1.2); *Fragaria vesca*: 6(1.2), 31; *Juncus inflexus*: 29, 30; *Lathyrus sphaericus*: 6, 9; *Listeria ovata*: 30, 31; *Muscari neglectum*: 24, 26; *Orobanchaceae crenata*: 7, 22; *Petrorhagia prolifera*: 20, 22; *Pteris hieracioides* subsp. *hieracioides*: 13, 15; *Polygala vulgaris* subsp. *vulgaris*: 14, 31(1.1); *Scirpoides holoschoenus*: 13, 24(2.2); *Silene vulgaris* subsp. *vulgaris*: 7, 9; *Valerianella locusta*: 2, 9.

Companyes presents en un sol inventari

1: *Cirsium vulgare*, *Lolium rigidum* (2.2); 2: *Geranium columbinum*, *Viola* sp.; 4: *Malva sylvestris*; 6: *Asparagus officinalis*, *Brachypodium phoenicoides*(1.1), *Crepis sancta*, *Polygala nicaeensis* subsp. *gerundensis*, *Serapias lingua* (1.1); 7: *Bromus diandrus* subsp. *diandrus*, *Foeniculum vulgare* subsp. *piperitum*; 8: *Conium maculatum*; 9: *Urospermum dalechampii*; 10: *Euphorbia helioscopia* subsp. *helioscopia*, *Stellaria media*; 11: *Geum urbanum*, *Hypericum tetrapterum* subsp. *tetrapterum*; 12: *Equisetum telmateia*, *Lythrum salicaria*; 13: *Blackstonia perfoliata* subsp. *perfoliata*, *Calystegia sepium* subsp. *sepium*, *Cichorium intybus*, *Crepis setosa*, *Elymus repens*, *Lolium multiflorum*, *Verbascum pulchellentum*; 14: *Quercus robur*; 15: *Artemisia vulgaris*; 20: *Catanache caerulea*, *Orchis ustulata*, *Papaver rhoeas*; 22: *Cynoglossum creticum*; 23: *Allium vineale*, *Cynosurus echinatus*, *Myosotis* sp., *Onobrychis supina* subsp. *supina*; *Tordylium* cf. *maximum*; 24: *Galium palustre* subsp. *palustre*, *Opbrys apifera* subsp. *apifera*, *Quercus pubescens*; 25: *Dactylorhiza fuchsii*, *Populus tremula*; 26: *Salvia verbenaca*(2.2); 27: *Arabis hirsuta* subsp. *gerardi*, *Genista tinctoria*, *Muscari comosum*; 28: *Allopecurus pratensis* subsp. *pratensis*(1.1), *Carex panicea*, *Filipendula vulgaris*; 31: *Fraxinus excelsior*, *Gimnadenia conopsea*, *Orchis simia*, *Prunus spinosa*; 32: *Knaulia collina*.

Procedència dels grups d'inventaris

1. GARROTXA: Les Preses, prat vora la vila, 31TDG5566 (20/06/2003)
- 2-3. GARROTXA: Planes d'Hostoles, prats de la Roureda, 31TDG6255 (22/05/2004)
4. GARROTXA: Planes d'Hostoles, prats de la Roureda, 31TDG6255 (22/05/2004)
5. GARROTXA: Sant Feliu de Pallerols, prats del volcà de Sant Marc, 31TDG6057 (22/05/2004)
6. GARROTXA: Sant Feliu de Pallerols, pastures dels Estaldats, 31TDG5958 (22/05/2004)
7. GARROTXA: Planes d'Hostoles, prat vora els Camps de la Plana, 31TDG6157 (24/05/2004)
8. GARROTXA: Sant Esteve d'En Bas, prat vora el mas Tosses, 31TDG5663 (24/45/2004)
9. GARROTXA: Olot, prat vora la Pujada del Gegant, 31TDG5969 (26/05/2004)
10. GARROTXA: Olot, prat vora can Pau, 31TDG5769 (26/05/2004)

11. GARROTXA: Olot, prats de la Font Moixina, 31TDG5768 (26/05/2004)
12. GARROTXA: Preses, prat del Pla de Matabosc, 31TDG5567 (26/05/2004)
13. GARROTXA: Vall de Bianya, a Llocalou, al prat del Xiprer, 31TDG5773 (03/06/2016)
14. GARROTXA: Vall de Bianya, a Llocalou, al mas el Prat, 31TDG5673 (03/06/2016)
15. GARROTXA: Vall de Bianya, Llocalou, prats de vora el nucli urbà, 31TDG5773 (03/06/2016)
16. GARROTXA: Vall d'en Bas, Hostalets d'en Bas, prats vora Sant Simplicí, 31TDG5561 (24/05/2004)
17. GARROTXA: Vall d'en Bas, Hostalets d'en Bas, prats vora Sant Simplicí, 31TDG5561 (24/05/2004)
18. GARROTXA: Vall d'en Bas, Hostalets d'en Bas, prats de la Clapera Vella, 31TDG5460 (24/05/2004)
19. GARROTXA: Vall d'en Bas, Hostalets d'en Bas, prats de la Clapera Vella, 31TDG5461 (24/05/2004)
20. GARROTXA: Vall d'en Bas, Hostalets d'en Bas, prats del Pla de Corades, 31TDG5561 (24/05/2004)
21. GARROTXA: Vall d'en Bas, Hostalets d'en Bas, prats de la Clapera Vella, 31TDG5461 (24/05/2004)
22. GARROTXA: Planes d'Hostoles, 31TDG6255 (22/05/2004)
23. SELVA: Susqueda, prats dels voltants de Sant Martí Sacalm, 31TDG6251 (20/06/2003)
24. GARROTXA: Planes d'Hostoles, prats de la Roureda, 31TDG6255 (22/05/2004)
25. GARROTXA: Vall d'en Bas, Sant Privat d'en Bas, prat vora can Miralles, 31TDG5266 (26/05/2004)
26. GARROTXA: Sant Feliu de Pallerols, prats de vora el Franc, 31TDG5761 (13/05/2002)
27. VALLESPÍR: Costoja, als prats de vora la vila, 31TDG7190 (29/05/2004)
28. VALLESPÍR: Costoja, als prats de vora la vila, 31TDG7190 (29/05/2004)
- 29-30. VALLESPÍR: Costoja, prats vora la vila, 31TDG7190 (29/05/2004)
31. VALLESPÍR: Costoja, prats de darrera el cementiri, 31TDG7090 (29/05/2004)
32. VALLESPÍR: Costoja, prat vora el cementiri, 31TDG7190 (29/05/2004)

Taula 8. *Odontito-Trifolietum* subass. *geranietosum dissecti* subass. nova hoc loco al nord-est de Catalunya: var. *Bomus bordaceus*, inv. 1-15; var. *Salvia pratensis*, inv. 16-21; var. *Ranunculus acris*, inv. 22-32. S, columna sintètica.

Número d'inventari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	S		
Àrea estudiada (m²)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Alçada de la vegetació (cm)	100	120	160	75	160	160	140	160	80	160	100	160	140	140	130	130	130	110	100	140	160	150	150	140	140	140	133	
Recobriment total (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Nombre de tàxons	48	32	47	44	41	41	36	34	35	32	34	36	34	44	35	24	38	33	33	29	18	27	21	24	23	34	34	
Altitud (m)	620	800	817	803	594	595	567	666	653	777	765	770	802	952	996	800	941	720	493	475	625	645	630	582	576	707	707	
Inclinació	0	0	0	0	0	0	0	15	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Dall	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	100
Redall	sí	no	no	no	sí	sí	sí	no	no	no	no	sí	sí	sí	no	sí	sí	no	sí	no	sí	sí	sí	no	sí	sí	56	
Pastura	no	no	sí	sí	no	no	no	sí	sí	sí	sí	no	no	no	no	no	no	no	no	no	sí	no	no	no	sí	no	32	
Sembra	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	sí	no	sí	no	no	sí	sí	sí	no	no	no	20	
Inundació natural	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	sí	no	no	no	no	no	no	no	no	no	4	

Especies diagnòstiques de l'ass. <i>Odontito-Trifolietum</i>		1.1	1.1	.	1.1	.	2.2	.	1.1	1.1	.	1.1	1.1	1.1	1.1	.	.	2.2	2.2	.	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	1.1	1.1	1.1	72
<i>Festuca arundinacea</i> subsp. <i>a.</i>	+	.	+	.	1.1	.	2.2	.	1.1	1.1	.	1.1	1.1	1.1	1.1	.	.	2.2	2.2	.	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	1.1	1.1	1.1	52
<i>Erigeron annuus</i>	+	.	+	.	+	+	+	+	1.1	+	+	+	+	+	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	44
<i>Linum u.</i> subsp. <i>angustifolium</i>	.	.	+	.	+	+	+	+	1.1	.	.	.	1.1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	36
<i>Orobancha minor</i>	+	.	+	.	+	+	+	+	32
<i>Agriemonia eupatoria</i> subsp. <i>e.</i>	+	.	+	.	+	+	+	+	8
<i>Gaudinia fragilis</i>	4
<i>Origanum vulgare</i>	4

Diferencials de la subass. <i>rhinanthetosum alectorolophi</i>		1.2	2.2	1.1	+	1.1	+	+	+	+	1.1	+	1.1	+	2.2	+	2.2	3.3	2.2	+	1.1	1.1	1.1	1.1	.	.	92	
<i>Galium mollugo</i> subsp. <i>erectum</i>	3.3	1.1	+	+	+	+	+	.	.	1.1	+	1.1	+	1.1	+	.	.	1.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	80
<i>Rumex acetosa</i> subsp. <i>a.</i>	+	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	56
<i>Verbascum pulverulentum</i>	1.1	+	+	1.1	.	1.1	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	52
<i>Centauria nigra</i> subsp. <i>n.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	24

<i>Avena pubescens</i> subsp. <i>p.</i>	3.3	.	1.1	.	2.2	2.2	+	.	1.1	+	1.1	.	.	.	.	1.1	1.1	.	.	44
<i>Vicia sepium</i>	.	.	+	1.1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1.1	1.1	.	36
<i>Myosotis arvensis</i> subsp. <i>a.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	24
<i>Anthriscus sylvestris</i> subsp. <i>s.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8
<i>Conopodium majus</i> subsp. <i>m.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8
<i>Geranium sylvaticum</i> subsp. <i>s.</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	8
<i>Heracleum sphondylium</i>	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8
<i>Vicia tenuifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8
<i>Polygonum bistorta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	4

Característicos de la class. Molinio-Arrhenatheretea

<i>Ranunculus acris</i>	+	+	+	2.2	+	1.1	+	+	+	+	+	+	.	.	2.2	+	.	.	2.2	2.2	1.1	1.1	2.2	92		
<i>Plantago lanceolata</i>	1.1	1.1	.	2.2	2.2	1.1	1.1	+	1.1	1.1	1.1	1.1	.	1.1	2.2	1.1	2.2	1.1	1.1	1.1	2.2	2.2	2.2	88		
<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>g.</i>	.	2.2	2.2	2.2	1.1	.	1.1	2.2	2.2	1.1	2.2	3.3	2.2	.	2.2	.	2.2	1.1	+	1.1	2.2	.	1.1	1.1	80	
<i>Trifolium pratense</i>	2.2	2.2	.	2.2	2.2	1.1	2.2	.	.	.	1.1	1.1	2.2	1.1	3.3	+	1.1	1.1	+	2.2	1.1	1.1	2.2	1.1	80	
<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>c.</i>	1.1	1.1	1.1	.	1.1	1.1	.	1.1	.	1.1	.	1.1	.	.	+	2.2	1.1	1.1	+	2.2	+	2.2	+	1.1	2.2	76
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Taraxacum</i>	.	+	.	.	+	+	1.1	+	+	+	+	1.1	+	1.1	+	2.2	72
<i>Trifolium repens</i>	.	.	.	2.2	2.2	1.1	1.1	+	1.1	1.1	2.2	.	2.2	2.2	+	1.1	.	.	.	2.2	1.1	1.1	1.1	1.1	72	
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	2.2	1.1	+	1.1	.	1.1	1.1	+	2.2	.	1.1	1.1	1.1	1.1	+	.	+	2.2	+	.	.	1.1	.	.	68	
<i>Holcus lanatus</i>	1.1	1.1	1.1	2.2	2.2	2.2	2.2	.	3.3	.	2.2	2.2	2.2	.	1.1	.	1.1	.	.	2.2	2.2	.	2.2	.	68	
<i>Leucanthemum ircutianum</i>	+	1.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2.2	.	2.2	.	+	2.3	.	.	.	.	.	.	64
<i>Poa pratensis</i> s.l.	1.1	1.1	+	.	2.2	.	+	.	.	.	.	.	.	3.3	.	2.2	1.1	3.3	3.3	2.2	3.3	2.2	.	2.2	64
<i>Bromus hordeaceus</i> s.l.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	1.1	+	1.1	+	1.1	+	.	+	+	.	.	.	.	.	60
<i>Ranunculus bulbosus</i>	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	1.1	1.1	1.1	+	.	.	.	.	.	48
<i>Centauria decipiens</i>	.	.	.	+	+	1	.	.	.	.	.	.	1.1	1.1	.	.	.	1.1	+	.	.	.	.	.	32
<i>Lathyrus pratensis</i>	+	1.1	1.1	+	32

<i>Poa trivialis</i> subsp. <i>t.</i>	.	.	.	1.1	.	.	+	.	.	+	1.1	2.2	.	.	.	.	.	.	2.2	.	.	.	.	.	.	2.2	1.1	32	
<i>Trifolium dubium</i>	+	.	.	+	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	2.2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	28	
<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i>	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	24	
<i>Lolium perenne</i>	+	1.1	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1.1	.	24	
<i>Stellaria gnaminea</i>	+	.	.	+	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	24	
<i>Agrostis capillaris</i> subsp. <i>c.</i>	+	+	.	.	2.2	2.2	.	.	.	.	.	2.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20	
<i>Briza media</i>	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	
<i>Phleum pratense</i> subsp. <i>nodosum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	
<i>Phleum pratense</i> subsp. <i>p.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	
<i>Vicia cracca</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	
Companyes																													
<i>Trifolium campestre</i>	.	.	+	.	.	.	1.1	2.2	1.1	+	1.1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	52
<i>Sanguisorba minor</i> subsp. <i>balearica</i>	1.1	+	+	+	+	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	44
<i>Hypochaeris radicata</i>	+	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	36
<i>Potentilla reptans</i>	+2	+	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2	1.1	32
<i>Artemisia vulgaris</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	24
<i>Pteridium aquilinum</i>	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	24
<i>Silene vulgaris</i>	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	24
<i>Veronica arvensis</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	24
<i>Vicia hirsuta</i>	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	24
<i>Bromus erectus</i> subsp. <i>e.</i>	.	.	2.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.1	20
<i>Pteronotia prolifera</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20
<i>Satureja c.</i> subsp. <i>ascendens</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20
<i>Veronica chamaedrys</i>	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	20

3. VALLESPIR: Costoja, als prats de Vila-roja, 31TDG6889 (10/06/2016)
4. VALLESPIR: Costoja, als prats de Vila-roja, 31TDG6889 (10/06/2016)
5. VALLESPIR: Sant Llorenç de Cerdans, La Farga del Mig, 31TDG6694 (16/06/2016)
6. VALLESPIR: Sant Llorenç de Cerdans, La Farga del Mig, 31TDG6694 (10/06/2016)
7. VALLESPIR: Serrallonga, prats de casa Pteri, 31TDG6493 (22/06/2016)
8. VALLESPIR: Serrallonga, prats de vora la vila, 31TDG6493 (22/06/2016)
9. VALLESPIR: Serrallonga, prats de vora la vila, 31TDG6394 (22/06/2016)
10. VALLESPIR: Serrallonga, prats d'El Baragà, 31TDG6293 (22/06/2016)
11. VALLESPIR: Serrallonga, prats d'El Baragà, 31TDG6293 (22/06/2016)
12. VALLESPIR: La Menera, prats de vora la vila, 31TDG6089 (22/06/2016)
13. VALLESPIR: Prats de Molló i la Presta, prats vora el Nogaret, 31TDG5595 (22/06/2016)
14. VALLESPIR: Prats de Molló i la Presta, prats del Xatart, 31TDG5693 (29/06/2016)
15. CONFLENT: Pi, sota les Sotelles, 31TDH4704 (19/05/2016)
16. VALLESPIR: Prats de Molló i la Presta, prat vora el Llandric, 31TDG5495 (29/05/2004)
17. CONFLENT: Pi, prats del rec de Torèn, 31TDH4705 (19/05/2016)
18. VALLESPIR: Prats de Molló i la Presta, prat de la Pollangarda, 31TDG5995 (29/05/2004)
19. CONFLENT: Fullà, Fullà de Baix, prats de les Coves, 31TDH4713 (19/05/2016)
20. CONFLENT: Fullà, Fullà de Baix, prats de les Coves, 31TDH4714 (19/05/2016)
21. CONFLENT: Saorra, prats de la Planella, 31TDH4710 (19/05/2016)
22. Conflent: Saorra, prats de la vila, 31TDH4709 (19/05/2016)
23. Conflent: Saorra, prats de la Planella, 31TDH4710 (19/05/2016)
24. CONFLENT: Fullà, Fullà d'Amunt, a l'Artiga del Doctor, 31TDH4711 (19/05/2016)
25. CONFLENT: Fullà, Fullà d'Amunt, a l'Artiga del Doctor, 31TDH4711 (19/05/2016)

Taula 9. *Odontito-Trifolium* subass. *rhinanthetosum alectorophi* subass. nova hoc loco al Vallespir i al Conflent: var. *Peucedanum oreoselinum*, inv. 1-15; var. *Medicago sativa*, inv. 16-25. Dv-O'Ip, espècie diferencial de la var. *Peucedanum oreoselinum*; S, columna sintètica.

Conclusions

Al nord-est de Catalunya (Pirineus i serralada Prelitoral Catalana) hi distingim 5 associacions de prats de dall mesòfils (*Conopodio-Vicieteum*, *Gentiano-Trisetetum*, *Odontito-Trifolietum*, *Rhinantho-Trisetetum*, *Tragopogono-Lolietum*) que adscriuim a la subaliança ibèrica *Aveno-Arrhenatherenion* i a l'aliança centreeuropea *Arrhenatherion*.

Als sectors est i central dels Pirineus orientals catalans s'hi desenvolupa l'*Odontito-Trifolietum* O. Bolòs et Masalles 1983, una associació constituïda principalment per hemicriptòfits d'elevat valor farratger i que es diferencia florísticament per un conjunt d'espècies diagnòstiques (*Festuca arundinacea* subsp. *a.*, *Linum usitatissimum* subsp. *angustifolium*, *Erigeron annuus*, *Agrimonia eupatoria*, *Orobanche minor*, *Gaudinia fragilis* i *Origanum vulgare*) que li confereixen una composició global particular distinta de la resta de comunitats catalanes de l'*Arrhenatherion*. Dins de l'associació hi distingim 3 subassociacions ecogeogràfiques en funció de la naturalesa del terreny i del vessant pirinenc on es desenvolupen: subass. *trifolietosum pratensis* [= *typicum*] O. Bolòs et Masalles 1983, de sòls bàsics del sector sud, subass. *geranietosum dissecti* subass. nova hoc loco, de sòls neutres, profunds i de tendència mesohigròfila, i subass. *rhinanthetosum alectorolophi* subass. nova hoc loco, de sòls àcids del sector nord.

L'associació es distribueixen per la regió biogeogràfica medioeuropea dels Pirineus orientals catalans (territori olositànic i Prepirineus i Pirineus orientals), per la província submediterrània pirinenca i per l'atlàntica de les valls d'Olot, en el clima mediterrani prepirinenc oriental. L'altitud varia entre (270)340-800(1.000) m.

Edafològicament, l'*Odontito-Trifolietum* es troba damunt terrenys plans o amb pendent suau, sobre granitoides, basalts, calcàries o sedimentàries detrítiques de reacció diversa que, majoritàriament, constitueixen sòls de l'ordre dels entisòls i dels inceptisòls.

Pel que fa a la potencialitat, l'associació pertany, fonamentalment, al domini de la roureda de roure pènol (*Isopyro-Quercetum roboris*) i al de les rouredes de roure martinenc (*Buxo-Quercetum pubescentis* i *Pteridio-Quercetum pubescentis*); tot i que també pot aparèixer al domini de la freixeneda de freixe de fulla gran (*Brachypodio-Fraxinetum excelsioris*), al de la verneda (*Lamio-Alnetum glutisonae*), i, encara, al de l'alzinar muntanyenc (*Asplenio-Quercetum ilicis*).

Agraïments

A Xavier Oliver i Andreu Salvat per facilitar-me treballs inèdits amb inventaris de prats dalladors de la Garrotxa.

Bibliografia

- BENITO JL (2006) La vegetación del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Zaragoza. 421 pp.
- BERASATEGUI A (2013) Pastizales y prados en Navarra: descripción, tipificación y ecología. *Guineana*, 19: 1-510.
- BOLÒS M DE (1977) La comarca de Olot. Estudio de Geografía Regional. Instituto de Estudios Gerundenses (CSIC) & Universidad de Barcelona. Barcelona. 603 pp.
- BOLÒS O DE (1957) Datos sobre la vegetación de la vertiente septentrional de los Pirineos: observaciones acerca de la zonación altitudinal en el valle de Arán. *Collectanea Botanica*, V: 465-514.
- BOLÒS O DE, MASALLES RM (1983) Mapa de la Vegetació de Catalunya. Escala 1: 50.000. Memoria del full núm 33 (Banyoles). Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca. Barcelona. 130 pp.
- BOLÒS O DE, VIGO J (1984) Flora dels Països Catalans, I. Barcino. Barcelona. 736 pp.
- BOLÒS O DE, VIGO J, MASALLES RM, NINOT JM (2005) Flora manual dels Països Catalans. (3ed.). Pòrtic. Barcelona. 1310 pp.
- BRAUN-BLANQUET J (1979) Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Blume. Madrid. 820 pp.
- B-VEGANA (2018) Anàlisi de Vegetació i Biodiversitat. Universitat de Barcelona. Consultable en línia a <http://biodiver.bio.ub.es/vegana/index.html>. [data, 15-5-2018].
- CARRERAS J (1993) Estudis sobre la flora i la vegetació de St. Joan de l'Erm i de la vall de Santa Magdalena (Pirineus catalans). Institut d'Estudis Ilerdencs. Lleida. 321 pp.
- CARRERAS J, CARRILLO E, FONT X, GUARDIOLA M, NINOT JM, MASALLES RM, MERCADAL G, SALVAT, A, VILAR L (2016) Manual dels hàbitats de Catalunya. Volum V. 3. Vegetació arbustiva i herbàcia (Prats i pastures). (2ed.). Generalitat de Catalunya. Barcelona. 233 pp.
- CARRERAS J, CARRILLO E, FONT X, NINOT JM, SORIANO I, VIGO J (1996) La vegetació de les serres prepirinenques compreses entre els rius Segre i Llobregat. 2 – Comunitats herbàcies higròfiles, fissurícoles i glareícoles. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 63: 51-83.
- CARRILLO E, NINOT JM (1992) Flora i vegetació de les valls d'Espot i de Boí. Vol.2. IEC. Barcelona. 351 pp.
- CASTROVIEJO S, AEDO C (coord. gen.) (1986-2019) Flora iberica. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- DEVIS J (2006) Flora i vegetació del territori comprès entre el riu Segre i el Port del Comte (Prepirineus catalans, Lleida). Tesi doctoral. Universitat de Barcelona.
- FOLCH R (1981) La vegetació dels Països Catalans. (1ed.). Ketres. Barcelona. 513 pp.
- FOLCH R (1986) La vegetació dels Països Catalans. (2ed.). Ketres. Barcelona. 541 pp.
- FOLCH R, FRANQUESA T, CAMARASA JM (1984) Vegetació. Història Natural dels Països Catalans. Vol.7. Enciclopèdia Catalana. Barcelona. 442 pp.
- FOUCAULT B DE (2016) Contribution au prodome des végétations de France: les Arrhenatheretea elatioris Braun-Blanq. ex Braun-Blanq., Roussine & Nègre 1952. *Documents phytosociologiques*, 3: 5-217.
- GÓMEZ GARCÍA D (1986) Flora y vegetación de Peña Montañesa-Sierra Ferrera y Valle de la Fueva (Alto Sobarbe, Huesca). Tesi doctoral. Universitat de Barcelona.
- GUARDIOLA M, OLIVER X, FONT J (2014) Les poblacions de Silaum silaus (Umbelliferae) a Catalunya: distribució, ecologia, amenaces i estatus. *Orsis*, 28: 55-73.
- ICGC (2017) Vissir v3.26. Mapa comarcal de Catalunya 1: 50 000. Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. Consultable en línia a <http://www.icc.cat/vissir3/> [data, 15-8-2017].

- MALLARACH JM, RIERA M (1981) Els volcans olotins i el seu paisatge. Serpa. Barcelona. 250 pp.
- MARCH S, SALVAT A (1995) Cartografia digital. Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. Informe inèdit. Dept. de Medi Ambient. Generalitat de Catalunya.
- MARTÍN VIDE J (1992) El clima. In: Carreras C (coord.). Geografia general dels Països Catalans. Vol. I. Gran Enciclopèdia Catalana. Barcelona.
- MERCADAL G (2019a) Els prats de dall del coll de Pera, Montagut i Oix (Alta Garrotxa). In: Vilar J, Carreres J, Mercadal G, Viñas X (coord.) XLII Embardissada. pàg. 12-14. Centre Excursionista d'Olot. Olot.
- MERCADAL G (2019b) Els prats de dall de la terra baixa catalana. Caracterització geobotànica, valoració agroambiental i estudi de les relacions fitosociològiques entre els prats dalladors de l'Europa occidental. Volum 3: vegetació i gestió pradenca. Tesi doctoral. Universitat de Girona.
- MONTSERRAT P (1957) Contribución al estudio de los prados próximos a Seo de Urgel. Publicaciones del Instituto de Biología Aplicada, XXV: 49-112.
- NINOT JM, CARRERAS J, CARRILLO E, VIGO J (2000) Syntaxonomic conspectus of the vegetation of Catalonia and Andorra. I: Hygrophilous herbaceous communities. Acta Bot.Barc., 46: 191-237.
- NINOT JM, CARRILLO E, FONT X (1999) Hygrophilous herbaceous vegetation of Catalonia. Retrieval from the data bank Floracat. Annali di botanica, LVII: 41-48.
- NINOT JM, GUÀRDIA R, FONT, X, CARRILLO E (1997) Estudio fitocenológico del Macizo del Turbón (Prepirineo central), III: comunidades herbáceas de ambientes especiales. Lucas Mallada, 9: 121-169.
- OLIVER X (2004a) Flora i vegetació de la Vall del Bac. Informe inèdit.
- OLIVER X (2004b) La vegetació del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. I. Grau de coneixement, referències i catàleg de comunitats vegetals. Informe consultable en línia <<<http://ichngarrotxa.iec.cat/ichngarrotxa/fotos/catcomvegPNZVGAP.pdf>>>. ICHN – Garrotxa. [data, 15-6-2018].
- OLIVER X (2005) La vegetació del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. II. Comunitats vegetals d'interès. Informe consultable en línia <<<http://ichngarrotxa.iec.cat/ichngarrotxa/fotos/comvegintPNZVGfinalAP.pdf>>>. ICHN-Garrotxa [data, 15-6-2018].
- PALOU O, PUIGURIGUER M (2009) Guia de la jornada “Sòls de la Garrotxa: Zona volcànica i la Vall de Bianya”. Jornada organitzada per la Secció de Sòls i la Secció d'Agricultura de la ICEA, en col·laboració amb la Delegació Catalana de la SECS. 56 pp.
- PORTA J, LÓPEZ-ACEVEDO M, RODRÍGUEZ R (1986) Técnicas y experimentos en edafología. Col·legi Oficial d'Enginyers Agrònoms de Catalunya. Lleida. 284 pp.
- PORTA J, LÓPEZ-ACEVEDO M, RODRÍGUEZ R (1993) Laboratori d'edafologia. Aula. Vol. 27. Universitat politècnica de Catalunya. Barcelona. 189 pp.
- PORTA J, LÓPEZ-ACEVEDO M, ROQUERO C (2003) Edafología para la agricultura y el medio ambiente. (3ed.). Mundi-Prensa. Madrid. 929 pp.
- REINÉ R (2009) 6510 Prados de siega de montaña (Arrhenatherion). In: Ferrer Benimeli C, Reiné R (coord.) Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. pàg. 60. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid.
- RIVAS-MARTÍNEZ S, FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ F, LOIDI J, LOUSA M, PENAS A (2001) Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. Itinera Geobotanica, 14: 5-341.
- RIVAS-MARTÍNEZ S, PENAS A (2003) Atlas y manual de los hábitat de España. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 492 pp.
- RODRÍGUEZ-ROJO MP, FERNÁNDEZ F, TICHY L, CHYTRY M (2014) Vegetation diversity of mesic grassland (Arrhenatheretalia) in the Iberian Peninsula. Applied Vegetation Science, 17: 780-796.

- ROQUÉ C, PALLÍ L (1992) Els sòls. In: Pallí L, Brusi D (coord.). El medi natural de les terres gironines. pàg. 69-72. Diputació de Girona. Girona.
- SALVAT A (2003) Informe sobre els prats de dall de Sant Simplicí (Vall d'en Bas, la Garrotxa). Informe inèdit.
- SALVAT A, MARCH S (2010) Caracterització de les pastures d'èspecial interès del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. Informe tècnic. Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa.
- SALVAT A, MARCH S, MONJE X (2009) Cartografia 1:10.000 dels hàbitats d'espais oberts del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. Informe tècnic consultable en línia a <http://parcsnaturals.gencat.cat/ca/detalls/Article/Cartografia-1.10000-dels-habitats-despais-oberts-del-PNZVG-2009>. Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. [data, 15-6-2018].
- SORIANO I (2001) Estudi florístic i geobotànic de la Serra de Moixeró i el massís de la Tosa d'Alp (Pirineus orientals). Acta Bot. Barc.: 1-400.
- SUSPLUGAS J (1935) L'Homme et la Végétation dans le Haut-Vallespir. Imprimerie Mari-Lavit. Montpellier. 122 pp.
- TISON JM, FOUCAULT B DE (2014) Flora Gallica. Biotope. Mèze. 1196 pp.
- TURMEL JM (1955) Le Pic de Midi d'Ossau. Ecologie et Végétation. Mémoires du Museum National d'Histoire Naturelle. Série B. Botanique, V: 1-207.
- VELEV N (2018) Arrhenatheretalia elatioris uncritical checklist of Europe. Phytologia Balcanica, 24(1): 99-147.
- VIGO J (1984) Notes fitocenològiques, IV. Collectanea Botanica, 15: 459-485.
- VIGO J (1996) El poblament vegetal de la Vall de Ribes. Les comunitats vegetals i el paisatge. Mapa de vegetació 1:50 000. ICC. Barcelona. 468 pp.
- VIGO J (2005) Les comunitats vegetals. Descripció i classificació. Universitat de Barcelona. Barcelona. 251 pp.
- VILLEGAS N (1993) Flora i vegetació de les muntanyes del Puigsacalm-Serra de Milany. Tesi doctoral. Universitat de Barcelona.
- VILLEGAS N (2010). La flora dels prats de la Garrotxa. Bases per a la seva conservació. Annals de la Delegació de la Garrotxa de l'ICHN, 4: 25-30.
- VIÑAS X (1993) Flora i vegetació de l'Alta Garrotxa. Tesi doctoral. Universitat de Girona.

Aproximació al coneixement de la vegetació pirinenca a partir del Mapa de Vegetació de Catalunya

Empar Carrillo, Albert Ferré, Estela Illa & Arnau Mercadé

GeoVeg. Institut de Recerca de la Biodiversitat & Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals. Universitat de Barcelona. mcarrillo@ub.edu

El projecte del Mapa de Vegetació de Catalunya (MVC) a escala 1:50.000 es va iniciar a principis dels anys 90 (sobre la base metodològica del full de Banyoles, publicat el 1983 per O. de Bolòs i R.M. Masalles) i va concloure l'any 2016 amb la publicació digital dels últims fulls. Aquesta sèrie va estar realitzada per un extens equip d'autors, coordinat pel grup de recerca de Geobotànica i Cartografia de la Vegetació de la Universitat de Barcelona. Cada mapa compta amb una llegenda pròpia de la vegetació actual i potencial, elaborada en funció de les característiques del territori cartografiat.

Un cop finalitzat el projecte hem fusionat els fulls independents per tal d'obtenir un mapa continu i homogeni per tot el territori, alhora que hem generat una llegenda comuna i estandarditzada a partir de les llegendes originals de cada full. El conjunt d'unitats resultat de la fusió és de 92 unitats de vegetació potencial i 362 de vegetació actual. També existeix una llegenda de la fisiognomia de la vegetació, aquesta comuna des de l'inici del projecte, amb 209 unitats forestals, a més d'unitats específiques per vegetació pradenca, arbustiva i altres tipologies (roques, aigua, àrees urbanes...).

Hem complementat la base de dades de la cartografia amb una conjunt d'atributs qualitius relacionats amb cadascuna de les unitats de llegenda. En el cas de la vegetació potencial hem incorporat informació relativa a estatge, regió i província biogeogràfiques, aliança i classe de vegetació predominants, i fisiognomia. Per a la vegetació actual hem inclòs: i) atributs de característiques intrínseques de cada unitat (biodiversitat, valor biogeogràfic, fragilitat, substrat); ii) atributs relacionats amb la dinàmica i la gestió (naturalitat, interès de conservació, i tendència o estadi successional); iii) atributs relacionats amb la distribució territorial (àrea d'implantació territorial i extensió).

En el treball que presentem ens restringim a l'àmbit dels Pirineus catalans, segons l'àrea determinada pel projecte FLORAPYR. Per una banda representem la distribució de les unitats de vegetació tant potencial com actual, i per altra banda n'analitzem els diferents

atributs. D'aquesta manera hem obtingut mapes d'interès per a la gestió i la conservació (fragilitat, interès de conservació, estadi successional respecte de la vegetació potencial, extensió territorial...), i mapes dels atributs intrínsecs de la vegetació que ens permeten millorar-ne el coneixement.

Première synthèse sur la flore et les végétations des lacs des Pyrénées françaises

François Prud'homme, Bruno Durand, Lionel Gire & Marta Infante-Sanchez

Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. Vallon de Salut — BP 70315 — F-65203. Bagnères-de-Bigorre Cedex. francois.prudhomme@cbnmp.fr

Abstract

Mountain lakes are among the most charismatic subjects in the Pyrenees. However, these are relatively unknown ecosystems and the botanical inventories we inherit are few and often inaccurate. By developing prospecting by free diving, we have significantly improved our approach to this unique flora. With immersions into more than 100 lakes between 2013 and 2018, this article establishes a first catalogue of the flora (Bryophytes, Characeae, Tracheophytes) of the lakes of the French Pyrenees as well as a first study of the vegetation.

Résumé

Les lacs de montagne sont parmi les sujets les plus charismatiques des Pyrénées. Pourtant ce sont des écosystèmes assez mal connus et les inventaires botaniques dont nous héritons sont peu nombreux et souvent peu précis. En développant la prospection par plongée en apnée, nous avons amélioré considérablement notre approche de cette flore si particulière. Avec plus de 100 lacs plongés entre 2013 et 2018, nous établissons dans le présent article un premier catalogue de la flore (Bryophytes, Characées, Trachéophytes) des lacs des Pyrénées françaises ainsi qu'une première étude des végétations.

Resumen

Los lagos de montaña son uno de los rasgos más carismáticos de los Pirineos. Sin embargo, se trata de ecosistemas relativamente desconocidos y los inventarios botánicos que heredamos son pocos y a menudo inexactos. Al desarrollar el snorkel, hemos significativamente mejorada nuestro enfoque de esta flora única. Con inmersiones en más de 100 lagos entre 2013 y 2018,

este artículo establece un primer catálogo de la flora (briófitos, Characeae, Tracheofitos) de los lagos de los Pirineos franceses, así como un primer estudio de su vegetación.

Introduction

Les prospections des botanistes s'arrêtent souvent au bord de l'eau. Les plantes aquatiques sont ainsi parmi les plus méconnues de notre flore pyrénéenne. L'état de la connaissance en 2010 permettait d'identifier plusieurs limites ou lacunes aux données existantes. Tout d'abord, elles sont en très faible nombre, souvent concentrées sur très peu de lacs (Orédon, Hautes-Pyrénées par exemple). Le Potamot de Berchtold (*Potamogeton berchtoldii*) reflète bien cette situation puisqu'il s'agit d'une des espèces les plus communes de nos lacs¹ et qu'une seule mention de ce taxon existait dans nos bases de données jusqu'en 2013. Ensuite, les données historiques étaient souvent peu fiables. Les Renoncules aquatiques, les Potamots et les Characées sont des groupes taxonomiques qui ont concentré pas mal d'erreurs de détermination et plusieurs données historiques se sont avérées erronées. Enfin, les données existantes étaient incomplètes puisque correspondant à des observations depuis la berge ne permettant qu'un inventaire partiel de la masse d'eau. Il s'avère en effet que nombre de plantes ne peuvent être observées depuis la berge (trop loin, trop profondes) ni récoltées à l'aide d'un grappin (pour les mêmes raisons et aussi parce que trop dispersées).

C'est en allant au-delà du bord de l'eau que nos prospections en plongée nous ont permis de réaliser des investigations inédites de la flore aquatique des lacs des Pyrénées françaises. Cette méthode nous a permis de commencer à combler les lacunes des données historiques : nous avons fait un gros effort de prospection (plus de 100 lacs plongés entre 2013 et 2019) pour multiplier les observations. De plus, nous avons porté notre attention sur la détermination de tous les macrophytes rencontrés (y compris Characées et Bryophytes). Enfin, nos plongées ont permis des inventaires exhaustifs par masse d'eau. Après plus de trois ans de prospections, nous établissons ici un premier bilan de nos observations et de la connaissance de cette flore et de ces végétations particulières.

Matériel et méthode

Plusieurs espèces et habitats aquatiques ont focalisé notre attention ces dernières années. Dans les lacs pyrénéens en particulier, la Subulaire aquatique, les Isoètes et les Potamots représentent des enjeux forts de connaissance et de conservation en lien entre autres avec leur statut de protection ou des habitats d'intérêt communautaire (Directive Habitats Faune Flore de 1992), dont ils sont des espèces caractéristiques. Pour étudier ces végétations, nous

¹ Nous entendons dans ce travail les lacs de montagne comme des étendues d'eau pérennes naturelles ou aménagées de plus de 1000 m² et au-delà de 1000 m d'altitude



Figura 1. Lac Paradis (64). Photo CBNPMP / F. Prud'homme

nous sommes vite confrontés à la difficulté de la prospection depuis la berge : observations lointaines, incomplètes, incertaines. Ainsi, nous avons développé au sein du conservatoire une compétence de plongée en apnée avec le développement d'une pratique en contexte professionnel. Les plongeurs botanistes, équipés de combinaison néoprène, masque, palmes et tuba, réalisent ainsi des prospections aquatiques (souvent plusieurs heures par lac) leur permettant une prospection complète de la masse d'eau y compris dans les zones profondes (visibilité souvent très bonne permettant une observation des fonds depuis la surface, plongées possibles jusqu'à 10m de profondeur). Les prospections permettent un sentiment de complétude (« on a tout vu ») en fin de plongée (milieu bien délimité), sentiment rare dans le cadre des autres prospections botaniques. Les plongées s'accompagnent le plus souvent de prise d'images, de prélèvements d'eau² pour connaître les niveaux de nutriments et de mesures de profondeur à l'aide le plus souvent d'un GPS bathymétrique (Echomap CHIRP 42 cv © Garmin). Les plongées ont été réalisées par des plongeurs botanistes et/ou phytosociologues du Conservatoire (François Prud'homme, Bruno Durand & Lionel Gire). Sans compétence bryologique, les plongeurs ont récolté toutes les Bryophytes détectées qui ont ensuite été déterminées par Marta Infante, bryologue au CBNPMP.

Outre nos observations propres, nous synthétisons ici les observations mutualisées dans les bases de données des Conservatoires botaniques nationaux Pyrénées et Midi-Pyrénées (CBNPMP) et méditerranéen (CBN de Porquerolles) au 01 octobre 2019.

2 Les analyses (TN, TP, PO₄, NO₃ et NH₄) sont en cours au moment de la publication de cet article.



Figure 2. Plongée botanique en apnée au lac du Bastan (65). Photo CBNPMP / F. Prud'homme

Résultats

Les lacs prospectés se situent entre l'Estany del Clot dans la réserve naturelle de Nohèdes (Pyrénées-Orientales) pour le lac le plus oriental jusqu'au lac d'Ansabère dans le cirque de Lescun (Pyrénées-Atlantiques) pour le plus occidental. Ce dernier, constitue d'ailleurs, bien qu'il soit situé à près de 100 km de l'extrémité ouest des Pyrénées, le lac naturel le plus à l'ouest de la partie nord de la chaîne.

Nos prospections ont couvert une amplitude altitudinale allant de 1 052 mètres (lac de Bethmale, Ariège) à 2 737 mètres (lac glacé de Maniportet, Hautes-Pyrénées). Parmi les lacs étudiés, 35 n'accueillent aucune végétation (ni Characée, ni Trachéophyte, ni Bryophyte).

Nous avons pu trouver des végétaux jusqu'à une altitude supérieure à 2 540 mètres dans la partie orientale de la chaîne. L'altitude maximale de nos observations sur la partie centro-occidentale de la chaîne se limite quant à elle à 2 355 mètres (lac de Barroude dans les Hautes-Pyrénées). Les lacs prospectés à des altitudes supérieures se sont avérés exempts de végétation.

Au total, 19 espèces de plantes vasculaires ont pu être observées (17 pour les Spermatophytes et 2 pour les Pteridophytes). On peut remarquer qu'une grande partie de ces espèces sont des monocotylédones, et qu'un genre est représenté de façon plus importante : *Potamogeton* avec 8 espèces.

A notre connaissance, il n'existe pas d'espèce endémique des Pyrénées parmi les espèces strictement aquatiques. Pour l'essentiel, ce sont des espèces à répartition larges, cosmopolites,

eurasiatiques, ou holarctiques, présentes habituellement aux étages inférieurs et collinéens. Une autre partie des espèces est de répartition circumboréale, souvent en limite d'aire, et qui trouve dans les lacs de montagne des conditions écologiques assez similaires à celles des lacs des étages planitaires situés plus au nord.

En ce qui concerne les Charophytes, Nous avons pu noter 8 espèces au total, (4 pour le genre *Chara* et 4 pour le genre *Nitella*), toutes réparties de façon très large sur le globe.

Nous avons pu observer des phanérogames jusqu'à un maximum de 8 mètres de profondeur (*Elodea canadensis*, lac de Bordères, Hautes-Pyrénées), et des Characées sur plusieurs lacs au delà de 10 mètres de profondeur.

La connaissance des Bryophytes dans les fonds des lacs des Pyrénées est encore faible ; le travail de Peñuelas (1987) est à remarquer, il a fourni des données pour plusieurs lacs situés entre 2 000 et 2 500 mètres d'altitude dans les vallées de la Noguera Ribagorçana et de la Noguera Pallaresa en Espagne, dont trois hépatiques et huit mousses.

Pour le travail présenté ici, il faut d'abord noter que le nombre de Bryophytes présents est assez limité, puisque seulement huit espèces ont été notées, toutes appartenant au groupe des mousses ; l'absence d'hépatiques est peut être dû à un problème d'échantillonnage car elles sont moins nombreuses et beaucoup plus difficiles à détecter. Il faut aussi noter qu'il ne s'agit pas d'une flore spécifique mais composée d'espèces qui vivent habituellement dans d'autres milieux non strictement aquatiques, où elles peuvent être assez fréquentes sur le territoire pyrénéen. Quand elles se développent sous l'eau, ces plantes présentent des différences morphologiques par rapport aux plantes développées en milieu aérien ou amphibie : elles deviennent plus grandes et lâches, leurs rhizoïdes sont plus minces, et elles sont habituellement stériles. Ces caractéristiques ont été interprétées comme des adaptations visant à maximiser l'efficacité de la captation de la lumière. Certains herbiers de Bryophytes ont été observés jusqu'à 5 mètres de profondeur.

Catalogue des espèces

Spermatophytes

Ranunculus aquatilis L. (*Ranunculaceae*)

Cette renoncule, de répartition holarctique, est présente des Pyrénées-Orientales aux Pyrénées-Atlantiques mais elle est nettement plus commune sur toute la partie orientale de la chaîne. Nous la connaissons sur une vingtaine de lacs, entre 1 550 et 2 550 mètres d'altitude. On la trouve entre 0,5 et 5 mètres de profondeur (optimum entre 1 et 3 mètres), le plus souvent sous sa forme typique, à feuilles immergées à divisions filiformes et feuilles flottantes à limbe lobé. Nous l'avons observée parfois sous forme d'individus isolés, parfois

sous forme de colonies de plusieurs milliers de pieds comme c'est le cas sur l'Estany Rodó en Andorre. Elle semble fertile sur la plupart de ses stations.

Il faut souligner la possibilité de confusion avec *Ranunculus peltatus*. Des mentions de cette espèce existent et mériteraient confirmation.

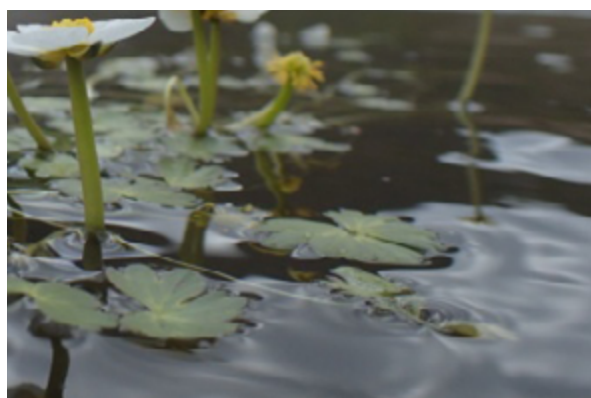


Figure 3. *Ranunculus aquatilis* au lac de Llosa (66). Photo CBNPMP / L. Gire

***Ranunculus trichophyllus* Chaix (*Ranunculaceae*)**

Tout comme *Ranunculus aquatilis*, *Ranunculus trichophyllus* est de répartition holarctique. Elle est présente sur une grande partie de la chaîne pyrénéenne, plus rare à l'est mais avec une présence accrue au niveau de la partie centrale où elle paraît être une des espèces aquatiques les plus répandues. Nous la connaissons d'une trentaine de lacs jusqu'à une altitude de 2 355 mètres. Elle peut parfois constituer de grands herbiers monospécifiques.

***Subularia aquatica* L. (*Brassicaceae*)**

C'est une petite plante annuelle ayant la particularité d'être amphibie : elle a le pouvoir de réaliser son cycle annuel de végétation aussi bien en situation strictement immergée ou émergée, ou dans les deux conditions sur la même cycle végétatif. Elle est présente principalement dans la zone circumboréale, s'étalant du continent américain au continent européen en passant par le Groenland. Elle trouve sa limite sud de répartition dans les Pyrénées. Elle est aujourd'hui considérée comme disparue de plusieurs pays d'Europe centrale et du nord-est (Allemagne, Belgique, Suisse, Esthonie) et en forte régression dans certains pays européens (Irlande, Grande-Bretagne, Danemark, ..) ou encore dans certains secteurs des Etats-Unis et du Canada. Cette situation critique a justifié une attention particulière de nos équipes sur cette espèce.

Subularia aquatica est mentionnée pour la première fois dans les Pyrénées par M. Petit vers 1830 sur l'Estang Llach, dans les Pyrénées Orientales, au pied du pic de Carlit (Salve,

1865 in Motelay, 1895). Dans les Hautes-Pyrénées, ce n'est qu'en 1948 que la plante sera découverte aux Laquets d'Orédon dans le massif du Néouvielle (Chouard, 1949 ; Corillion, 1949 ; Corillion, 1950).

Aujourd'hui, sur le versant nord des Pyrénées, la Subulaire aquatique se trouve presque exclusivement dans les départements des Pyrénées Orientales et de l'Ariège, hormis une population dans les Hautes-Pyrénées, sur la même localité qu'en 1948. Sur le versant nord. Nous l'avons observée dans 34 lacs, principalement en Ariège ou les données bibliographiques de Marcaillou-d'Ayméric (1906), toujours très précises (nom du lac et altitude) nous ont permis de la retrouver assez facilement. A noter que nous avons peu prospecté les lacs des Pyrénées Orientales où la Subulaire aquatique est encore bien présente (secteur des Bouillouses par exemple).

L'espèce a été observée entre 1 510 et 2 550 mètres d'altitude, le plus souvent en situation parfaitement aquatique jusqu'à une profondeur d'environ 2 mètres. Elle peut parfois former un tapis très dense monospécifique et semble s'accommoder de substrats assez différents allant d'un sol vaseux très peu structuré (pulvérulent) à des fonds sableux, et peut parfois se satisfaire de quelques centimètres de matières organiques déposées sur une dalle rocheuse. Il n'est pas rare qu'elle côtoie des populations d'*Isoetes lacustris* ou *Isoetes echinospora*.

***Callitriche palustris* L. (Plantaginaceae)**

Espèce holarctique, elle est présente en France de façon dispersée, principalement dans les massifs montagneux. Elle est connue d'une dizaine de lacs dans les Pyrénées, du massif du Canigou dans les Pyrénées-Orientales à la vallée d'Aspe dans les Pyrénées-Atlantiques. C'est une espèce que l'on trouve entre 1 600 et 2 400 mètres, le plus souvent sur les zones de faible profondeur en bordure de lac. Exceptionnellement, elle peut pousser dans des zones plus profondes : nous l'avons par exemple observée jusqu'à 2,3 mètres de profondeur dans l'Estany de la Llosa au-dessus du lac des Bouillouses.

D'autres espèces de Callitriches ont été mentionnées dans les lacs pyrénéens mais seraient à confirmer, c'est le cas par exemple de *Callitriche platycarpa* Kutz mentionné au lac de Soum (Hautes-Pyrénées), *C. hamulata* Kutz ex WDJ Koch mentionné dans trois lacs d'Ariège et des Hautes-Pyrénées, et enfin, *C. obtusangula* Le Gall mentionné dans le massif du Néouvielle. Le genre *Callitriche* est particulièrement difficile, les connaissances dont nous disposons sur leur distribution dans les lacs pyrénéens sont encore fragiles. *Callitriche palustris* en est toutefois incontestablement l'espèce la plus représentée.

***Myriophyllum spicatum* L. (Haloragaceae)**

Cette espèce subcosmopolite occupe préférentiellement les zones aquatiques de la plaine. Nous ne l'avons observée que sur un seul lac : le lac d'Estaing dans les Hautes-Pyrénées situé à 1 160 mètres d'altitude. Elle y forme des colonies denses et fertiles, sous 1 à 2 mètres d'eau, en compagnie de *Groenlândia densa* et *Potamogeton berchtoldii*.

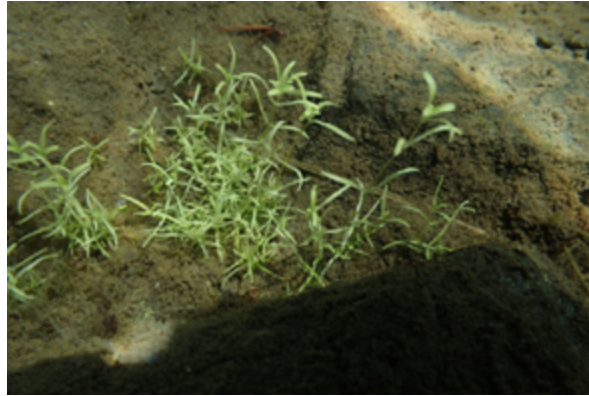


Figure 4. *Callitriche palustris* dans le lac de Llosa (66). Photo CBNPMP / F. Prud'homme



Figure 5. *Myriophyllum spicatum* dans le lac d'Estaing (65). Photo CBNPMP/B. Durand

***Myriophyllum alterniflorum* DC. (*Haloragaceae*)**

C'est une espèce atlantique que l'on trouve en France de façon très dispersée, principalement sur la façade océanique et dans le Massif Central. Dans les Pyrénées, nous ne la connaissons que du Capcir (Pyrénées-Orientales) où elle est présente dans au moins 7 lacs du secteur des Bouillouses entre 1 780 et 2 220 mètres d'altitude. Sur les Estany de la Basseta, elle forme d'immenses herbiers occupant la majeure partie de la surface jusqu'à 5 mètres de profondeur.

***Potamogeton praelongus* Wulfen (*Potamogetonaceae*)**

Cette espèce circumboréale n'est connue dans les Pyrénées que dans la partie centrale où elle est rare. Nous la connaissons de cinq lacs seulement sur le versant français, la plupart dans le massif du Néouvielle.

Elle est mentionnée pour la première fois dans les Pyrénées françaises par l'abbé Soulié (1916) qui l'a observée dans le lac de Consaterre (Hautes-Pyrénées) où elle est toujours

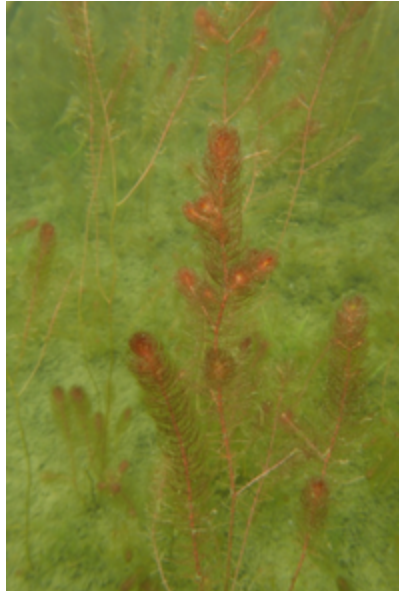


Figure 6. *Myriophyllum alterniflorum* dans l'estany de la Basseta (66). Photo CBNPMP/F. Prud'homme

bien présente. Les autres stations, toutes situées dans le massif du Néouvielle et connues de longue date, ne semblent pas être menacées bien que l'espèce soit notée en forte régression en France (Tison et De Foucault, 2014).

Ce potamot de grande taille, semble pouvoir pousser aussi bien à plus de 3 mètres de profondeur dans les eaux oligotrophes des lacs du vallon d'Estibère que dans les eaux peu profondes et plus eutrophes du lac de Consaterre. Il semble cantonné à l'étage subalpin où sa présence est attestée entre 2 100 et 2 345 mètres d'altitude.

***Potamogeton gramineus* L. (*Potamogetonaceae*)**

Ce potamot de répartition circumboréale est assez rare dans les Pyrénées. Nous le connaissons de moins d'une dizaine de lacs répartis sur l'ensemble de la chaîne, de l'Estany del Clot en vallée de Nohèdes (Pyrénées-Orientales) jusqu'aux lacs d'Ayous en vallée d'Ossau (Pyrénées-Atlantiques), entre le haut de l'étage montagnard et la partie basse de l'étage subalpin. Il n'a pas été retrouvé dans l'Estany de Vallsera malgré une prospection exhaustive. Il y était mentionné par Léon Conil en 1966. (Bouchard, 1991). Nous avons pu l'observer jusqu'à 4 mètres de profondeur, le plus souvent en peuplement dense, mais parfois aussi sous forme de pieds rares et isolés.

***Potamogeton perfoliatus* L. (*Potamogetonaceae*)**

Nous ne connaissons cette espèce circumboréale que de deux lacs des Pyrénées françaises : le lac du Milieu de Bastan dans les Pyrénées centrales et le lac Roumassot dans les Pyrénées occidentales. Pourtant elle est présente sur une bonne partie du territoire français et si elle

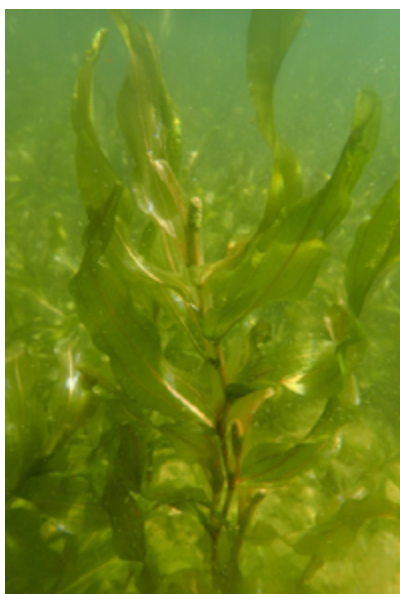


Figure 7. *Potamogeton praelongus* dans le lac inférieur de Consaterre (65). Photo CBNPMP/B. Durand



Figure 8. *Potamogeton gramineus* dans le lac de Bordères (65). Photo CBNPMP/F. Prud'homme

semble plutôt confinée aux secteurs de basse altitude, nous l'avons tout de même observée jusqu'à plus de 2 200 mètres d'altitude.

Cette espèce ne semble pas dépasser 2 mètres de profondeur, nous n'avons observé aucun individu fertile.

***Potamogeton alpinus* Balb. (*Potamogetonaceae*)**

Comme plusieurs autres espèces de grands potamots présents sur la chaîne, (*P. praelongus*, *P. gramineus* et *P. perfoliatus*), ce potamot a une répartition circumboréale. Dans les Pyrénées, il est présent à partir du Capcir dans les Pyrénées-Orientales à l'est, jusqu'en vallée d'Aspe

dans les Pyrénées-Atlantiques à l'ouest. Nous le connaissons d'une vingtaine de lacs (19) entre 1 645 et 2 430 mètres d'altitude. Il pousse en peuplements plus ou moins denses entre 1 et 3 mètres de profondeur.



Figure 9. *Potamogeton perfoliatus* dans le lac Roumassot (64). Photo CBNPMP/B. Durand

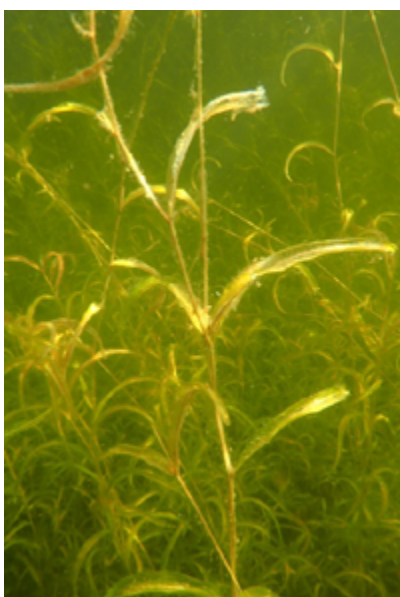


Figure 10. *Potamogeton alpinus* dans l'Etang des Llauses (09). Photo CBNPMP/B. Durand

***Potamogeton berchtoldii* Fieber (*Potamogetonaceae*)**

Ce potamot de répartition nord eurasiatique est présent sur une grande partie de la chaîne des Pyrénées, toutefois, en ce qui concerne le versant français, il ne semble pas dépasser la vallée d'Orlu à l'est, ni la vallée d'Aspe à l'ouest. Cette espèce discrète n'était connue que d'une seule station jusqu'en 2013. Nous la connaissons maintenant sur 25 lacs, ce qui en fait l'espèce de potamot la plus répandue. Nous avons pu l'observer jusqu'à une altitude de 2 250 mètres. On peut la trouver en bordure de lac dans 20 centimètres d'eau jusqu'à 4 mètres de profondeur, en pieds isolés ou en herbiers denses.



Figure 11. *Potamogeton berchtoldii* dans le lac Roumassot (64). Photo CBNPMP/F. Prud'homme

***Potamogeton lucens* L. (*Potamogetonaceae*)**

Nous ne connaissons ce potamot de répartition eurasiatique que d'une seule station, à la Laquette du Soum de la Piquette (1 716 mètres) dans les Hautes-Pyrénées. Cette station est à notre connaissance la plus haute mentionnée en France pour cette espèce que l'on trouve habituellement aux étages planitiaire et collinéen. Elle a été découverte en 1948 par Pierre Chouard (1949) et est actuellement menacée, au vu de l'assèchement estival du lac depuis plusieurs années.

***Potamogeton crispus* L. (*Potamogetonaceae*)**

Cette espèce cosmopolite est présente sur une grande partie du territoire français, surtout sur les étages planitiaire et collinéen. Dans les Pyrénées, nous l'avons observée uniquement sur un secteur, en Ariège, dans l'étang de Bethmale à 1 052 mètres et plus haut dans l'étang d'Eychelle (1 890 mètres). Elle a été observée jusqu'à 2,5 mètres de profondeur en herbiers denses.

***Potamogeton natans* L. (*Potamogetonaceae*)**

Cette espèce cosmopolite est présente sur l'ensemble du territoire français ; elle est toutefois nettement plus rare dans sa moitié sud. Plutôt connue de la plaine, elle n'est notée dans les

Pyrénées que du Capcir dans les Pyrénées-Orientales où elle y est mentionnée sur 7 lacs, tous situés dans le secteur des Bouillouses, entre 1 900 et 2 200 mètres d'altitude.

***Groenlândia densa* L. (*Potamogetonaceae*)**

Cette espèce, classée auparavant dans les *Potamogeton*, a une aire de distribution large (sud-eurasiatique et nord-africaine). Tout comme *Potamogeton crispus*, elle est dispersée partout en France continentale avec une préférence pour les secteurs de plaine. Dans les Pyrénées, nous la connaissons seulement de la partie centrale où nous l'avons observée dans deux lacs seulement : le lac d'Estaing et le lac d'Isaby, respectivement à 1 160 et 1 560 mètres d'altitude. Elle y forme dans les deux cas des herbiers denses entre 0,5 et 3 mètres de profondeur.



Figure 12. *Groenlândia densa* dans le lac d'Estaing (65). Photo CBNPMP/B. Durand

***Elodea canadensis* Michx. (*Hydrocharitaceae*)**

Cette espèce d'origine nord américaine est maintenant naturalisée sur toute la France métropolitaine. Dans les Pyrénées, sa présence est attestée sur 5 lacs entre la vallée du Louron à l'est (Lac de Bordères, Hautes-Pyrénées) et la vallée d'Ossau à l'ouest (lac de Roumassot, Pyrénées-Atlantiques).

On a pu l'observer jusqu'à une altitude de 2 250 mètres au lac d'Oncet sous le pic du Midi de Bigorre. Nous l'avons surtout observée sous forme de quelques pieds isolés comme par exemple dans le lac d'Oncet ou bien le lac d'Aumar (Hautes-Pyrénées), mais elle peut aussi former des herbiers de grande ampleur comme c'est le cas dans le lac d'Estaing (Hautes-Pyrénées) ou encore le lac de Roumassot. où on la trouve jusqu'à une profondeur de 7 mètres.

La découverte de cette espèce exotique bien plus haut que les autres stations connues, pose la question de son mode d'introduction et de sa dynamique dans des lacs que l'on croyait préservés.



Figure 13. *Elodea canadensis* dans le lac de Bordères-Louron (65). Photo CBNPMP/F. Prud'homme

***Sparganium angustifolium* Michx. (Typhaceae)**

Cette espèce circumboréale est présente sur toute la chaîne pyrénéenne, c'est de loin l'espèce aquatique la plus représentée dans les lacs pyrénéens. On la trouve entre 1 500 et 2 550 mètres d'altitude sur tout type de lac. Elle est inféodée aux secteurs les moins profonds, jusqu'à 1,5 mètres au maximum. Elle forme le plus souvent des herbiers denses, totalement aquatiques.

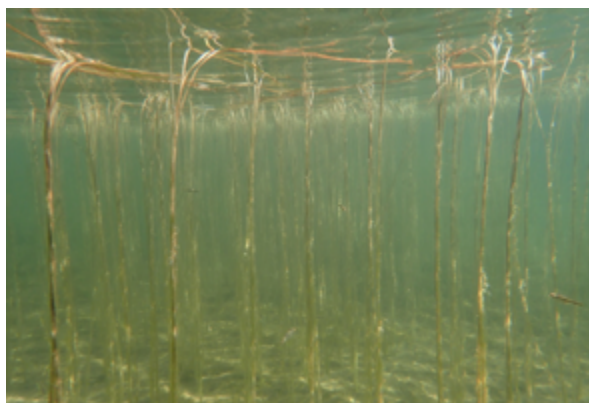


Figure 14. *Sparganium angustifolium* dans le lac du Miey (64). Photo CBNPMP / F. Prud'homme

Pteridophytes

***Isoetes echinospora* Durieu (Isoetaceae)**

Cette espèce, de répartition circumboréale, est présente dans les Pyrénées à partir du versant sud du massif du Madres dans le département des Pyrénées-Orientales à l'est et jusqu'au massif du Néouvielle dans les Hautes-Pyrénées à l'ouest, entre 1 600 et 2 550 mètres

d'altitude. Dans la majorité des cas, il est possible de différencier cette espèce de sa parente *Isoetes lacustris in situ*, l'observation des macrospores à la loupe binoculaire permettant de s'assurer de sa détermination. Nous ne l'avons observée que dans les lacs de massifs cristallins, entre 0,5 et 4 mètres de profondeur, la plupart du temps en colonie assez dense.

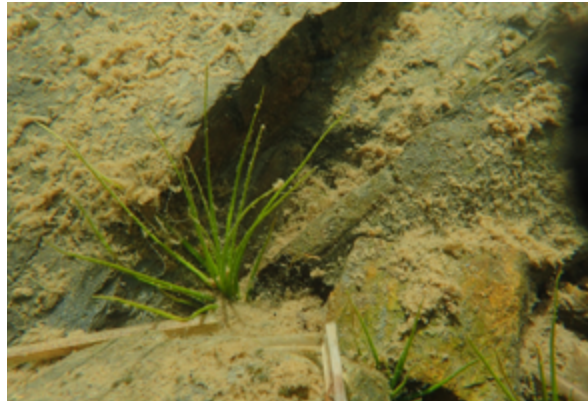


Figure 15. *Isoetes echinospora* dans l'estany Baix (66). Photo CBNPMP/François Prud'homme.

***Isoetes lacustris* L.³ (Isoetaceae)**

Tout comme *Isoetes echinospora*, *Isoetes lacustris* présente une répartition circumboréale. Il présente d'ailleurs dans les Pyrénées une distribution très similaire, du massif du Madres jusqu'au massif du Néouvielle. Entre ces deux extrémités, il est présent en Haute-Garonne sur les étangs d'Uls ainsi que sur de nombreux lacs du massif cristallin qui s'étend du cirque de Cagateille en Ariège jusqu'au Capcir. Les deux espèces possèdent aussi une écologie semblable et sont d'ailleurs souvent présentes ensemble, en peuplements parfois séparés, parfois plus ou moins imbriqués.

³ ***Isoetes creussensis* Lazare & S.Riba.** Comme de nombreux botanistes avant nous, nous avons été confronté à de nombreux échantillons d'Isoètes qui se sont révélés avoir des macrospores à crêtes plus saillantes que ce que nous avons l'habitude d'observer sur *Isoetes lacustris*. Il ne semble pas que l'*Isoetes creussensis* proposé par Lazare et Riba en Andorre résolve le problème de l'*Isoetes* "intermédiaire" des Pyrénées et nous restons dans l'attente d'études supplémentaires pour nommer nos échantillons (dont nous avons conservé une collection de macrospores au Conservatoire). Cet intermédiaire a été observé dans de nombreux lacs, aussi bien dans les Pyrénées orientales que centrales.

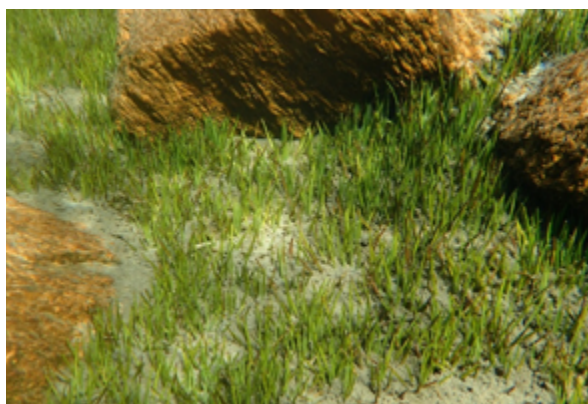


Figure 16. *Isoetes lacustris* dans l'étang d'Escobes (09). Photo CBNPMP / B. Durand

Charophytes⁴

Nitella opaca Ag. (*Characeae*)

C'est une espèce cosmopolite, très probablement la plus commune des espèces de Characées des lacs pyrénéens, nous l'avons déterminée de près d'une vingtaine de localités, jusqu'à 2 430 mètres. d'altitude à l'Estany de la Bova en Andorre. Elle semble toutefois moins commune sur les parties est et ouest de la chaîne pour se concentrer sur la partie centrale. Elle peut pousser aussi bien en contexte de roches acides comme dans le massif du Néouvielle (Hautes-Pyrénées) que sur des substrats basiques comme dans les étangs d'Ayous (Pyrénées-Atlantiques).

Nous l'avons plusieurs fois observée en herbiers denses, parfois épais de près d'1 mètre, sur la quasi-totalité de la surface du lac. C'est le cas par exemple pour le lac d'Estaing dans les Hautes-Pyrénées. Dans le cas de lacs profonds, elle colonise la zone périphérique jusqu'à 8 mètres de fond, parfois un peu plus pour les lacs les plus limpides comme pour le cas de l'étang d'en Beys en Ariège.

Nitella capillaris (A.J. Krock.) J. Groves. & G.R. Bullock-Webster (*Characeae*)

C'est une espèce de répartition eurasiatique et nord-africaine qui n'a pas été observée depuis Corillion en 1949 dans les Laquettes d'Orédon, dans le massif du Néouvielle (Hautes-Pyrénées).

Nitella flexilis (L.) C. Agardh (*Characeae*)

Bien que cette espèce cosmopolite soit connue pour être parmi les plus rhéophiles, elle est aussi présente dans les étendues d'eaux stagnantes ; Nous la connaissons de 6 lacs, Du Capcir dans les Pyrénées-Orientales jusqu'au massif du Néouvielle dans les Hautes-Pyrénées, entre

⁴ A noter que pour les Charophytes, une synthèse plus précise de nos travaux a été publiée dans Isatis (Prud'homme & Durand, 2019). Nous en reprenons ici les informations les plus essentielles.

1 769 et 2 275 mètres d'altitude. Ces trois localités seraient toutefois à vérifier, un doute subsistant quant à la détermination des échantillons récoltés en contradiction possible avec les données de *Nitella capillaris* de Corillion (1949).

***Nitella gracilis* (Sm.) C.Agardh (Characeae)**

Cette espèce a une répartition cosmopolite mais, elle est mentionnée comme rare partout en Europe. Elle semble peu commune aussi dans les Pyrénées où nous l'avons observée dans moins d'une dizaine de lacs, de l'Andorre aux Hautes-Pyrénées, le plus souvent dans des lacs de faible profondeur (inférieur à 3 mètres) en relation directe avec des tourbières, sur des substrats de vase pulvérulente. Au Pla de la Font (Ariège), sous le refuge de Bassiès, ce sont de véritables herbiers denses de cette *Nitella* qui tapissent l'essentiel du fond de l'étang.

***Chara vulgaris* L. (Characeae)**

Cette espèce cosmopolite est sans doute la Characée la plus répandue en France. Sur le piémont nord pyrénéen, elle est assez commune dans les sources, suintements et ruisselets jusqu'à 1 200 mètres d'altitude ; en revanche elle semble se faire nettement plus rare dans les lacs de montagne. Nous la connaissons de trois lacs seulement, tous trois situés dans la partie centrale des Pyrénées, sur substrat calcaire.

***Chara contraria* A. Braun ex Kütz (Characeae)**

Taxon cosmopolite, commun en France dans les milieux calcaires, il semble en revanche nettement plus rare dans les Pyrénées. Nous le connaissons d'un seul lac, dans l'étang de Bethmale (1 050 mètres) en Ariège où il occupe une grande partie de la surface en eau.



Figure 17. *Nitella gracilis* à l'étang des Llauses (09). Photo CBNPMP / B. Durand

***Chara globularis* J.L.Thuiller (*Characeae*)**

Cette espèce est bien répandue dans l'hémisphère nord, jusque dans les régions arctiques. Sur la zone nord pyrénéenne, elle semble cantonnée à la zone centrale et occidentale. Nous l'avons observée dans 5 lacs du massif du Néouvielle dans les Hautes-Pyrénées jusqu'à la vallée d'Ossau en Pyrénées-Atlantiques, à partir de 1 850 mètres jusqu'à 2 200 mètres. On la trouve préférentiellement sur des secteurs à sous-sols basiques, constitués de calcaires ou d'andésites.

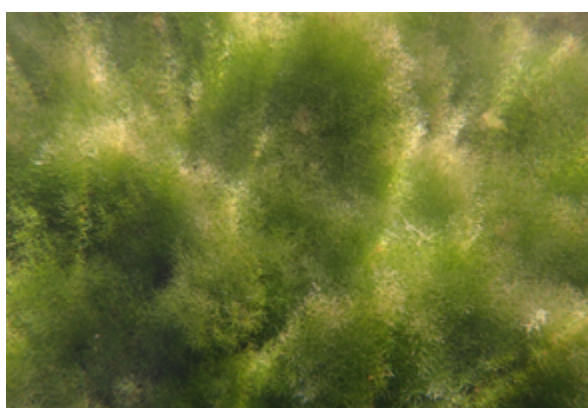


Figure 18. Peuplement dense de *Chara globularis* dans le lac Gentau (64). Photo CBNPMP / F. Prud'homme

***Chara virgata* Kütz. (*Characeae*)**

C'est une espèce cosmopolite signalée jusqu'au Groenland. Dans les Pyrénées, nous ne la connaissons que d'un seul lac : le lac d'Isaby dans les Hautes-Pyrénées à 1 554 mètres d'altitude, où elle occupe plusieurs hectares d'herbier dense.

Bryophytes

***Blindia acuta* (Hedw.) Bruch & Schimp. (*Seligeriaceae*)**

Cette espèce cosmopolite, qui pousse fréquemment sur les talus et les roches acides suintantes, a été observée dans le lac Llosa dans les Pyrénées-Orientales immergée jusqu'à 5 mètres de profondeur où elle forme des tapis réguliers sur le fond.

***Drepanocladus aduncus* (Hedw.) Warnst. (*Amblystegiaceae*)**

Cette espèce à distribution large (circumpolaire présente aussi en Afrique, Amérique du Sud et Australie) est une composante assez habituelle des ceintures semi-aquatiques eutrophes, se retrouvant même dans des habitats artificiels et pouvant tolérer de longues périodes d'émersion. Elle a été retrouvée en Ariège, à l'étang de Siscar, à 2 mètres de profondeur.



Figure 19. *Blindia acuta* dans le lac de Llosa (66). Photo CBNPMP / F. Prud'homme

***Hygrohypnum ochraceum* (Turner ex Wilson) Loeske (*Amblystegiaceae*)**

Cette mousse, de distribution circumpolaire n'a été trouvée qu'une fois en contexte lacustre, dans le lac Llosa dans les Pyrénées-Orientales, à 5 mètres de profondeur et en mélange avec *Sarmentypnum exannulatum*. Elle pousse normalement sur des rochers acides suintants et des bords de cours d'eau, notamment près des cascades; elle est assez fréquente dans les milieux de haute montagne dans les Pyrénées centrales et orientales.



Figure 20. *Hygrohypnum ochraceum* en mélange avec *Sarmentypnum exannulatum*, Lac de Llosa (66). Photo CBNPMP/F. Prud'homme.

***Hygrohypnum smithii* (Sw.) Broth. (*Amblystegiaceae*)**

Cette espèce circumpolaire de haute montagne n'est pas très fréquente dans les Pyrénées où elle pousse normalement semi immergée dans les cours d'eau très froide et acide, souvent à l'étage subalpin. Elle n'a été détectée que dans le lac de Consaterre à Saint-Lary-Soulan (Hautes-Pyrénées) à 1,60 mètre de profondeur, accompagnée de *Sarmentypnum exannulatum*.

***Palustriella falcata* (Brid.) Hedenäs (*Amblystegiaceae*)**

Il s'agit d'une mousse de distribution eurasiatique, pérenne, compétitive, très fréquente dans les Pyrénées à toutes altitudes, mais particulièrement à l'étage subalpin, sur des eaux basiques dans les bas-marais, ruisseaux et sources. Elle n'a été observée dans des lacs qu'à Anglas et Gréziolles (Hautes-Pyrénées).

***Sarmentypnum exannulatum* (Schimp.) Hedenäs (*Calliergonaceae*)**

Cette espèce cosmopolite acidophile est très fréquente dans les Pyrénées, spécialement à l'étage subalpin, dans les prairies marécageuses, bas-marais et en bordure des lacs. Il s'agit d'une espèce eurycène supportant parfois l'eutrophisation des eaux.

Avec *Sphagnum auriculatum*, c'est la mousse qui est retrouvée le plus fréquemment dans les lacs, jusqu'à 5 mètres de profondeur et peut former des colonies importantes comme c'est le cas dans l'Etang Bleu (Ariège) où elle s'étend sur plus de 100 m² entre 0,5 et 1 mètre de profondeur. (Etangs Bleu et d'en Bey en Ariège, lac de Consaterre dans les Hautes-Pyrénées et Llosa dans les Pyrénées-Orientales).

***Sphagnum auriculatum* Schimp. (*S. denticulatum* Brid.) (*Sphagnaceae*)**

Cette sphaigne à large distribution (circumpolaire présente en plus en Amérique du Sud et Afrique du Nord) est la plus commune des Pyrénées, où elle se retrouve depuis l'étage collinéen jusqu'à l'étage alpin, dans les dépressions et ruisselets des tourbières, dans les sources d'eaux acides et en bordures des lacs. Dans cette étude, elle a été retrouvée jusqu'à 2,50 mètres de profondeur, dans plusieurs lacs d'Ariège. Elle y présente des différences par rapport aux spécimens poussant dans des conditions plus normales : taille de la plante et des feuilles nettement plus grandes, port beaucoup plus lâche et perte du capitulum à branches courbes caractéristique.

***Warnstorfia fluitans* (Hedw.) Loeske (*Calliergonaceae*)**

Cette espèce cosmopolite n'a été trouvée que dans le lac d'Échempy (Hautes-Pyrénées), où elle couvre environ la moitié du fond du lac. Hors contexte lacustre, dans les Pyrénées, elle n'est pas très fréquente excepté dans les Pyrénées-Orientales.

Les communautés végétales: des observations inédites difficiles à déterminer

Grâce à la méthode de plongée et l'exhaustivité des inventaires qui en découle, nous disposons d'un lot inédit pour notre territoire de relevés permettant un travail sur les communautés végétales aquatiques. Nous n'allons pas statuer sur ces communautés dans le présent travail, il s'agit plutôt ici d'un état des lieux méthodologique et syntaxonomique auquel se confrontent la bibliographie et nos relevés et qui illustre l'importance du travail à réaliser.

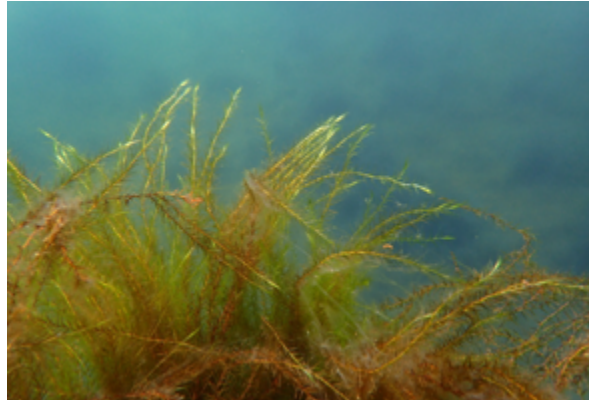


Figure 21. *Warnstorfia fluitans* dans le lac d'Échempy (65). Photo CBNPMP/B. Durand

Quatre niveaux sociologiques doivent être distingués : les communautés de Charophytes, les communautés de Bryophytes, les communautés de gazons amphibies, les communautés de phanérogames aquatiques enracinés.

D'un point de vue sociologique, les communautés de Charophytes observées semblent bien individualisées des communautés de phanérogames. Elles occupent en effet des niches écologiques distinctes en particulier en termes de profondeur, trouvant leur optimum d'expression à des profondeurs où les communautés phanérogamiques trouvent leur limite. De plus, les communautés phanérogamiques et charophytiques peuvent se structurer et exister de façon indépendante. D'un point de vue écologique, les Charophytes sont plus ancrés dans le substrat que réellement enracinés (pas ou peu d'échanges par la voie souterraine). Ces disjonctions spatiale et écologique plaident pour une indépendance sociologique que nous devons préciser dans des études ultérieures. A noter toutefois que les herbiers charophytiques observés sont souvent monospécifiques, limitant l'intérêt d'une analyse sociologique. L'approche des communautés bryophytiques est assez équivalente.

Pour les communautés de Trachéophytes, nous distinguons une première ceinture de végétation aquatique parmi les gazons amphibies des *Littorelletea uniflorae*. La synthèse phytosociologique proposée dans le Prodrome des végétations de France pour cette classe (Foucault, 2010) retient trois associations pour nos végétations : l'*Isoeto lacustris-Sparganietum borderei* des Pyrénées centrales, l'*Isoeto creussensis-Sparganietum angustifolii* et l'*Isoetum creussensis* des Pyrénées orientales. Outre la place donnée à *Isoetes creussensis* qui reste discutée, les données phytosociologiques recueillies dans nos travaux ne montrent pas une bonne corrélation avec les relevés synthétiques de ces associations. Une reprise des relevés publiés et une confrontation avec nos relevés de terrain restent à faire pour évaluer la pertinence de nouvelles propositions syntaxonomiques.

Pour les Phanérogames aquatiques enracinées (parfois jusqu'à six espèces dans le même lac), nous nous sommes confrontés lors de cette analyse phytosociologique à la difficulté particulière dans les milieux aquatiques d'appréhension des concepts fondamentaux

d'homogénéité stationnelle et d'homogénéité structurale mais aussi à la description même des conditions stationnelles. L'accès à la lumière s'appréhende par la profondeur et par la turbidité mais aussi par la période de l'année où le lac est recouvert par la glace et la neige. La température de l'eau est bien différente de celle de l'air, elle est aussi différente en surface et en profondeur. Les nutriments sont prélevés à la fois dans le substrat et dans l'eau... l'intuition du naturaliste et l'expérience du phytosociologue « terrestre » sont déstabilisées dans ce milieu particulier pour appréhender correctement l'homogénéité stationnelle. Cette homogénéité est pourtant essentielle à la bonne description des communautés et à la bonne compréhension de leur déterminisme et de leur fonctionnalité écologique.

La synthèse phytosociologique des végétations de France pour les associations phanérogamiques enracinées (Felzines, 2013) illustre cette difficulté avec des descriptions de communautés et la présentation de relevés pour lesquelles l'homogénéité ne paraît pas évidente. Cette même synthèse illustre aussi le manque de communautés décrites pour les lacs de montagne. L'essentiel de ce que nous avons observé dans les lacs des Pyrénées nous paraît en effet souvent orphelin de descriptions auxquelles se rattacher.

Nous partons donc d'un terrain presque vierge : pas ou très peu de relevés dans les Pyrénées françaises avant notre étude, des questions méthodologiques non réglées par les documents phytosociologiques de référence, des communautés mal décrites pour les lacs de montagne.

Dans cette situation, l'homogénéité structurale des végétations aquatiques paraît un bon angle d'approche pour envisager l'homogénéité écologique. Pour cela, les travaux de Den Hartog & Segal (1964) permettent de nommer des types morphologiques, intégrateur de la façon dont la plante explore le milieu aquatique et donc de son écologie. Ces types morphologiques permettent d'approcher une homogénéité structurale et écologique des communautés aquatiques.

Ainsi dans les lacs des Pyrénées, on peut faire la synthèse suivante présentant les types de structure existants (avec les espèces associées), les communautés décrites les plus proches correspondantes en précisant les réserves quant aux rattachements de nos observations à ces communautés, parfois assez différentes :

- Plantes à feuilles entièrement submergées capillaires : Myriophyllids

[*Myriophyllum alterniflorum*, *Ranunculus trichophyllus*]

= ***Myriophylletum alterniflori*** Corill. 1948 [*Potamion polygonifolii*]

L'association décrite pourrait correspondre à nos observations, sa synchorologie précise cependant : « une ass. peu répandue en France, de l'étage planitiaire à l'étage collinéen ; semble manquer dans les régions méridionales » justifiant une analyse plus précise des relevés originaux.

- Plantes à feuilles entièrement submergées larges : Magnopotamids et Elodeids

[*Potamogeton alpinus*, *P. perfoliatus*, *P. praelongus*, *P. lucens*, *G. densa*]

[*Elodea canadensis*]

= ***Potametum praelongi*** Hild 1959 [*Potamion pectinati*]

Le Prodrome parle d'une association à rechercher sur le versant nord des Pyrénées. Nos observations semblent s'y rattacher.

= ***Groenlandietum densae*** Segal ex P. Schipper, B. Lanj. & Schaminée in Schaminée, Weeda & V. Westh. 1995 [*Potamion pectinati*]

Nos observations (Prud'homme & al., 2008) y sont rattachées par l'auteur du Prodrome.

= ***Potametum perfoliati*** Miljan 1933 [*Potamion pectinati*]

La combinaison caractéristique (avec *Ranunculus circinatus* Sibth, improbable dans les lacs pyrénéens) et les conditions stationnelles (collinéen à submontagnard et méso-eutrophe) ne semblent pas correspondre parfaitement aux végétations que nous avons observées.

= ***Potametum lucentis*** Hueck 1931 [*Potamion pectinati*]

La combinaison caractéristique (avec *Potamogeton perfoliatus*, *Ranunculus circinatus* et *Ceratophyllum demersum*) et les conditions stationnelles (planitiaire à collinéen, méso-eutrophe) ne semblent pas correspondre parfaitement aux végétations que nous avons observées.

= ***Elodeo canadensis*** — ***Potametum alpini*** Krausch ex H. Passarge 1994 [*Potamion pectinati*]

Outre le questionnement sur la place de l'*Elodea canadensis* dans la définition de ce groupement, la diversité des formes structurales dans l'association nous pose question. On notera que l'association du *Ranunculo eradicali*-*Potametum alpini* Ballesteros & Garcia 1991 décrite des lacs des Pyrénées espagnoles et correspondant mieux à certaines de nos observations est incluse dans cette association dans le Prodrome.

- Plantes à feuilles entièrement submergées rubanées : Parvopotamids

[*Potamogeton berchtoldii*]

= ***Potametum berchtoldii*** Wijsman ex P. Schipper, B. Lanj. & Schaminée in Schaminée, Weeda & V. Westh. 1995 [*Potamion pectinati*]

Le prodrome l'évoque comme une association « à chercher dans les lacs pyrénéens car des gr. à *Potamogeton berchtoldii* sont présents sur le versant espagnol (Benito Alonso et al., 2008 : 45, 46) » bien que les caractéristiques floristiques et stationnelles de cette association ne semblent pas si proches de ce que l'on observe dans les lacs pyrénéens.

- Plantes à feuilles submergées et feuilles flottantes larges : Nymphaeids

[*Potamogeton graminei*]

= *Potametum graminei* H. Passarge ex Lang 1967 [*Potamion pectinati*]

Sans que la combinaison caractéristique (avec *Potamogeton x zizii* et *Potamogeton pectinatus*) et les conditions stationnelles (situations peu profondes avec parfois périodes d'émersion) ne semblent correspondre parfaitement aux végétations que nous avons observées, la proximité est toutefois marquée.

- Plantes à feuilles submergées capillaires et feuilles flottantes larges : Batrachids [*Ranunculus aquatilis*]

= *Ranunculetum aquatilis* Sauer ex Felzines 2016 [*Ranunculion aquatilis*]

La combinaison caractéristique (avec *Callitriche platycarpa*) et les conditions stationnelles (association pionnière de petites pièces d'eau) ne semblent pas correspondre parfaitement aux végétations que nous avons observées.

On voit donc que les différents compartiments structuraux des végétations aquatiques des lacs des Pyrénées françaises semblent occupés par de potentielles associations végétales décrites dans la littérature. Les rattachements que l'on pourrait proposer en l'état actuel des associations décrites ne sont cependant parfois pas satisfaisants en raison des différences de cortèges et des différences écologiques associées.

Ce premier regard sur les communautés aquatiques des lacs pyrénéens montre l'importance du travail qu'il reste à faire pour bien caractériser les végétations des lacs des Pyrénées françaises. La comparaison systématique et statistique de nos relevés avec les relevés bruts de la bibliographie est en cours et constituera une étape indispensable de détermination plus approfondie.

Discussion — Conclusion

Les lacs des Pyrénées françaises se révèlent riches d'une flore et de végétations variées très spécifiques. Nos travaux permettent d'en avoir une première évaluation et montrent l'importance de la méthode de prospection par plongée indispensable à des inventaires satisfaisants pour observer la flore et étudier les communautés. Ce premier bilan ne s'établit cependant que sur un nombre limité de lacs par rapport à l'existant et un effort de prospections complémentaires est nécessaire pour consolider un niveau de représentativité pour l'instant fragile.

Les problèmes méthodologiques posés dans le milieu aquatique ne facilitent pas le travail sur les communautés végétales et la longue étape de comparaisons de nos relevés originaux avec les relevés de la bibliographie ne fait que commencer.

Les différentes analyses et inventaires qu'il reste donc à réaliser devraient permettre de consolider les travaux de hiérarchisation des enjeux nécessaire à la bonne prise en compte

de ces écosystèmes dans les politiques de protection de la nature. L'enjeu de conservation n'est en effet pas neutre et nous avons recensé de nombreuses menaces sur ces écosystèmes. Particulièrement soumis aux bouleversements climatiques comme tous les habitats d'altitude, les lacs de montagne sont aussi sous la pression de diverses activités humaines aux impacts directs sur leur équilibre.

Ainsi les empoisonnements (Salmonidés, mais aussi indirectement vairons et goujons) constituent une menace directe sur ces écosystèmes (Ventura & al., 2017), naturellement apiscicoles, et en particulier sur la flore (Gacia & al., 2018). La construction de barrage avait déjà détruit des lacs naturels et leurs végétations associées (Gacia & Ballesteros, 1996). La pollution des eaux par les repositoires à bétail, les effluents de refuges et infrastructures de tourisme est aussi parfois observée. Certains lacs sont aussi très fréquentés et sont le lieu de baignades massives pouvant engendrer des pollutions (crèmes solaires par exemple). Ces lacs les plus fréquentés sont aussi souvent ceux sur lesquels nous avons noté la présence d'une



Figure 22. La densité de vairons (*Phoxinus phoxinus*) est parfois impressionnante.
Lac de Gentau (65). Photo CBNPMP / F. Prud'homme

espèce exotique envahissante (*Elodea canadensis*) dont il faudra suivre le développement, l'éventuelle propagation et les effets sur les herbiers autochtones.

Malgré la présence d'espèces et de végétations patrimoniales et le constat de ces réels enjeux de conservation, les lacs de montagne sont souvent ignorés des plans de gestion d'espaces naturels remarquables. Considérés par trop immuables, stables et uniformes, les lacs sont souvent perçus comme des joyaux de nos paysages pyrénéens qui ne subissent pas de pressions. L'exemple de leur intégration dans la politique Natura 2000 en France en est une bonne illustration. La majorité des couvertures des Documents d'Objectifs sont illustrés par un lac. Pourtant les états des lieux s'avèrent souvent lacunaires sur ces enjeux (types d'habitats présents mais souvent oubliés : 3130, 3140, 3150) et les fiches actions spécifiques aux lacs sont totalement inexistantes (analyse sur les Documents d'objectifs des

Pyrénées françaises hors Pyrénées-Orientales et Aude). Nous travaillons actuellement à une meilleure intégration de cet enjeu dans l'application de Natura 2000 en France.

Parmi les perspectives de travail, une synthèse biogéographique à l'échelle des Pyrénées est envisagée puisque ces écosystèmes ont beaucoup de points communs sur les deux versants de la chaîne. Nous avons déjà constaté la nécessité de rapprocher nos interprétations de la Directive Habitats pour assurer une cohérence biogéographique à l'application de Natura 2000 (Prud'homme & Ninot, 2017).

Nous espérons aussi pouvoir nous rapprocher des autres massifs de montagne en France (Alpes, Jura, Vosges, Massif central...) où les végétations et les enjeux de conservation sont proches. Le développement de programmes trans-frontaliers et intermassifs seraient en effet l'occasion de mutualiser les expériences, synthétiser les résultats et coordonner les actions de conservation nécessaires.

Remerciements

Nous tenons à adresser nos remerciements à l'équipe du Conservatoire botanique qui nous entoure : à Christophe Bergès pour ses informations, sa participation à nos déterminations et sa relecture du manuscrit, à Anouar Hamdi et Élodie Hamdi pour leur aide à la gestion des données, à Cécile Vignau et Anne Gaultier pour leur aide dans nos recherches bibliographiques, à Gilles Corriol et Gérard Largier pour leur soutien au développement de nos travaux aquatiques.

Merci à Frédéric Andrieu (Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles) pour sa relecture du manuscrit.

Nous remercions également Frédéric Blanc et Nicolas Goux (Conservatoire d'espaces naturels de Midi-Pyrénées), Olivier Jupille et Sylvain Rollet (Parc National des Pyrénées) et Marc Ventura (Consejo superior de investigación científica de Blanes) pour leur participation à nos prospections et leur partage d'enthousiasme pour le développement des études écologiques sur les lacs pyrénéens.

Nous remercions aussi les gestionnaires d'espaces naturels qui nous ont toujours accueillis avec bienveillance et enthousiasme lors de nos plongées : Parc National des Pyrénées, Mairies de Bourg-d'Oueil et de Bordères-Louron, Nature Midi-Pyrénées, Parc naturel régional des Pyrénées ariégeoises, Association des naturalistes de l'Ariège, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Office National des Forêts, Parc Naturel Régional des Pyrénées catalanes, Réserve Naturelle de Nohèdes, Réserve Naturelle du Massif de Saint-Barthélemy, Fédération des réserves naturelles catalanes, le Govern d'Andorra, la Comu d'Ordino (Andorre).

Certaines des prospections valorisées dans cet article ont été menées dans le cadre des programmes financés suivants :

- Programme Natura 2000 Occitanie, financé par l'État / Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) Occitanie ;
- Programme Natura 2000 Nouvelle-Aquitaine, financé par l'État / DREAL Nouvelle Aquitaine;
- Programme « Amélioration de la connaissance de la flore, la fonge et les habitats naturels et évaluation des grands corridors alluviaux de la sous trame milieux humides et les grandes aires urbaines de Midi-Pyrénées », cofinancé par le Fonds européen de développement régional (FEDER POCTEFA) Midi-Pyrénées Garonne, appel à projet pour l'amélioration et la valorisation des connaissances), la Région Occitanie Pyrénées/Méditerranée, l'État / DREAL Occitanie et l'Agence de l'Eau Adour-Garonne ;

Ces 3 programmes sous maîtrise d'ouvrage du Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées

- Programme GREEN, maîtrise d'ouvrage du GEIE Forespir, cofinancé par le Fonds européen de développement régional (FEDER POCTEFA), l'État Français (DREAL/CGET), la Région Occitanie Pyrénées/Méditerranée et la Région Nouvelle-Aquitaine (<https://www.green-biodiv.eu/>);
- Programme Subularia, maîtrise d'ouvrage du Parc national des Pyrénées et financé par EDF.

Nous adressons nos remerciements à l'ensemble de ces financeurs.

Nous remercions enfin les organisateurs du XIIème colloque international de botanique pyrénéo-cantabrique pour leur excellent accueil et pour nous avoir permis de présenter nos travaux durant ce prestigieux événement.

Bibliographie

- BAILLY G. & SCHAEFER O., 2010. Guide illustré des Characées du nord-est de la France. Ed. CBN Franche-Comté, 96 p.
- BENITO ALONSO J.L., GACIA E., BALLESTEROS E., CHAPPUIS E. & CARRILLO E., 2008. Recatalogación de *Potamogeton praelongus* Wulfen (Potamogetonaceae), según las categorías UICN-2001. *Flora Montiberica* 39 : 37-46.
- BOUCHARD J., 1991. Plantes des Pyrénées-Orientales non citées dans le catalogue de Gautier. *Monde des plantes*, 441 : 29-32.
- CHOUARD P., 1949. Démonstrations tirées des excursions (Gavarnie, Pic du Midi de Bigorre, Néouvielle) : les éléments géobotaniques constituant la flore du Massif du Néouvielle et des vallées qui l'encadrent. Session extraordinaire, *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 96 (10) : 29-52 et 84-121.
- CITOLEUX J., 2003. Localisation et suivi des herbiers amphibies des lacs d'altitude de la Réserve naturelle du Néouvielle, Parc national des Pyrénées : laquette d'Orédon, lac d'Aumar. Ed. Parc national des Pyrénées, Tarbes, 34p.

- CORILLION R., 1949. Sur la présence du *Nitella capillaris* (Krocker) Growes & Bullock-Webster dans le Massif de Néouvielle (Hautes-pyrénées). Bull. Soc. Bot. Fr., 96 : 240-241.
- CORILLION R., 1950. *Subularia aquatica* L. dans les Hautes-Pyrénées. Monde des plantes, 267-268 : 27.
- DEN HARTOG C. & SEGAL S., 1964. A new classification of the water plant communities. Acta Bot. Neerl. 13 (3): 367-393.
- FELZINES J.-C., 2016. Contribution au prodrome des végétations de France: *les Potametea* Klika in Klika & V. Novák 1941. Doc. Phytosoc..*Série 3*, 3: 216-435.
- FOUCAULT B. (de), 2010. Contribution au prodrome des végétations de France: *les Littorelletea uniflorae* Braun-Bl. & Tuxen ex Westhoff, Dijk, Passchier & Sissingh 1946. J. Bot. Soc. Bot. France 52: 43-78.
- GACIA E. & BALLESTEROS E., 1996. The effect of increased water level on *Isoetes lacustris* L. in lake Baciver, Spain. J. Aquat. Plant. Manage 34: 57-59.
- GACIA E, BUCHACA T, BERNAL-MENDOZA N, SABÁS I, BALLESTEROS E AND VENTURA M., 2018. Non-native Minnows Threaten Quillwort Populations in High Mountain Shallow Lakes. Front. Plant Sci. 9:329.
- LAZARE J.-J. & RIBA S., 2010. Les *Isoetes* de l'Estany de Creussans (Andorre). *J. Bot. Soc. Bot. France* 50: 19-26.
- MARCAILHOU-D'AYMÉRIC H., MARCAILHOU-D'AYMÉRIC A. (abbé), 1906. Catalogue raisonné des plantes phanérogames et cryptogames indigènes du bassin de la Haute-Ariège (suite). Recueil des articles parus de 1906 à 1909, Bull. Acad. Int. Géogr. Bot., 309-499.
- MOTELAY L., 1895. Questions de priorité. Bull. Soc. Bot. Fr., 42 : 327-et suivantes.
- MOURONVAL J.-B., BAUDOIN S., BOREL N., SOULIÉ-MÄRSCHÉ I., GRILLAS P., 2015. Guide des Characées de France méditerranéenne. Ed. Office national de la chasse et de la faune sauvage, , 214 p.
- PEÑUELAS, J., 1987. La brioflora lacustre. Algunos datos de los lagos pirenaicos. Anales del Real Jardín Botánico Madrid 44(1): 31-39.
- PRUD'HOMME F., BERNABEN J. & FANTIN P., 2008. A la découverte des végétations en Luchonnais : lac de la Montagnette, pic de Sauvegarde, vallée de la Freche. Isatis 8 : 120-127.
- PRUD'HOMME F. & DURAND B., 2019. Première synthèse sur les Characées des lacs des Pyrénées françaises. Isatis 18 : 249-268.
- PRUD'HOMME F. & NINOT J., 2017. Interprétation de la Directive habitats sur des écosystèmes pyrénéens emblématiques : les lacs de montagne. Note interne CBNPMP et Universitat de Barcelona: 8 pages.
- SOULIÉ J.A., 1916. *Potamogeton praelongus* dans les Pyrénées. Monde des plantes, 103 : 29.
- TISON J.-M., FOUCAULT DE B., 2014. Flora Gallica : Flore de France. Ed. Biotope, Société botanique de France, 1195 p.
- VENTURA, M., TIBERTI, R., BUCHACA, T., BUÑAY, D., SABÁS, I., & MIRÓ, A., 2017. "Why should we preserve fishless high mountain lakes?" in High Mountain Conservation in a Changing World, eds J. Catalan, J. M. Ninot, and M. Añiz (Cham: Springer-Verlag), p.181—205.

Guia de la sortida del XII Col·loqui Internacional de Botànica Pirenaica-Cantàbrica als Pirineus orientals (4 de juliol de 2019)

L. Vilar, G. Mercadal, J. Bou & J. Gesti

LAGP — Flora i vegetació. Institut de Medi Ambient. Universitat de Girona. C/Ma. Capmany 69, 17003, Girona, lluis.vilar@udg.edu

Abstract

The excursion took place at the headwaters of La Muga, located in the Alt Empordà and Alt Vallespir counties (Eastern Pyrenees). The area visited is in the north-eastern part of the Pyrenean range, where the axial Pyrenees are only a few kilometres from the coast; precisely within the transition between the Mediterranean landscape and the mountains. The excursion allowed us to observe cork oak forests, downy oak forests, chestnut plantations, riparian forests, beech forests with boxwood, as well as an interesting historical meadowland where there are hay, mesophile and lowland meadows.

The last stop was at the Hostal de la Muga (Alt Empordà), a former farmhouse where people can eat and sleep, once a crossroads for smugglers and travellers crossing the border, as well as a doorway to Catalonia for the “maquis” after the civil war. The hostel has even been mentioned in Marià Vayreda’s novel, *La Punyalada*, written at the start of the 20th century, where it deals with the banditry that followed the Carlist wars.

Finally, the excursion was complemented by a tourist and cultural visit to the Santa Maria Abbey in the village of Arles (Vallespir), along with a chance to walk around and explore the old town.

Resum

La sortida es va fer a la capçalera del riu La Muga, a les comarques de l’Alt Empordà i l’Alt Vallespir (Pirineus orientals). La zona visitada se situa a la part més nord-oriental de la serralada pirinenca, on els Pirineus axials es troben a pocs quilòmetres de la costa, just

a l'àrea de transició entre els paisatges mediterranis i els montans. La sortida va permetre observar suredes, rouredes de roure martinenc, castanyedes, boscos de ribera, fagedes amb boix, així com una interessant àrea pradenca històrica on hi trobem prats de dall, prats mesòfils i feners de terra baixa.

La darrera parada fou el llogaret anomenat Hostal de la Muga (Alt Empordà), antiga masia on s'hi podia menjar i dormir, punt de pas de traginers, contrabandistes i viatgers que travessaven la frontera, així com punt d'entrada a Catalunya dels maquis després de la guerra civil. L'hostal ja és esmentat a l'obra *La Punyalada* de Marià Vayreda, novel·la de principis del s. XX, on tracta del bandolerisme que va seguir a les guerres carlines.

Finalment, l'excursió es complementà amb una visita turística i cultural al poble d'Arles (Vallespir), on es visità el casc antic i l'abadia de Santa Maria.

Resumen

La excursión del congreso se realizó en la cabecera del río La Muga, en las comarcas del Alt Empordà y el Alt Vallespir (Pirineos orientales). La zona visitada se sitúa en la parte más nororiental de la cordillera pirenaica, donde los Pirineos axiales se encuentran a pocos kilómetros de la costa, área de transición entre los paisajes mediterráneos y los montanos. El recorrido permitió observar alcornoques, robledales de roble pubescente, castaños, bosques de ribera, hayedos con boj, así como una interesante área prático-histórica donde se observan prados de siega, prados mesófilos y herbazales de zonas de baja altitud.

La última parada fue en el Hostal de la Muga (Alt Empordà), masia en donde antiguamente se podía comer y dormir, lugar de paso de arrieros, contrabandistas y viajeros que atravesaban la frontera, así como punto de entrada a Catalunya de los maquis después de la guerra civil. El hostal ya se menciona en la obra *La Punyalada* de Marià Vayreda, novela de principios del s. XX, que versa sobre el bandolerismo que siguió a les guerres carlines.

Finalmente, la excursión se complementó con una visita turístico-cultural al pueblo de Arles (Vallespir), donde se pudo visitar el casco antiguo y la Abadía de Santa Maria.

Introducció

La sortida del XII CIBPC transcorre pel nord-est de Catalunya, en una extensa regió que comprèn dues grans unitats morfològiques: la plana al·luvial de l'Empordà, i el sistema de massissos i serres on se separen clarament les subunitats de relleu propis dels Pirineus. Com que aquesta àrea muntanyosa és propera a la costa, en poca distància de recorregut s'augmenta ràpidament en altitud, fet que comporta que hi hagi gran diversitat de paisatges.

L'itinerari comença a Girona ciutat, al nord-est de la plana selvatana, travessa la depressió de l'Empordà, s'enfila direcció als Pirineus pel terraprim empordanès i pel peu de mont

anomenat els Aspres fins el massís de les Salines, ja al Pirineu axial, i acaba a l'Hostal de la Muga, al Subpirineu, aquí també anomenat Garrotxes d'Empordà (Figura 1).

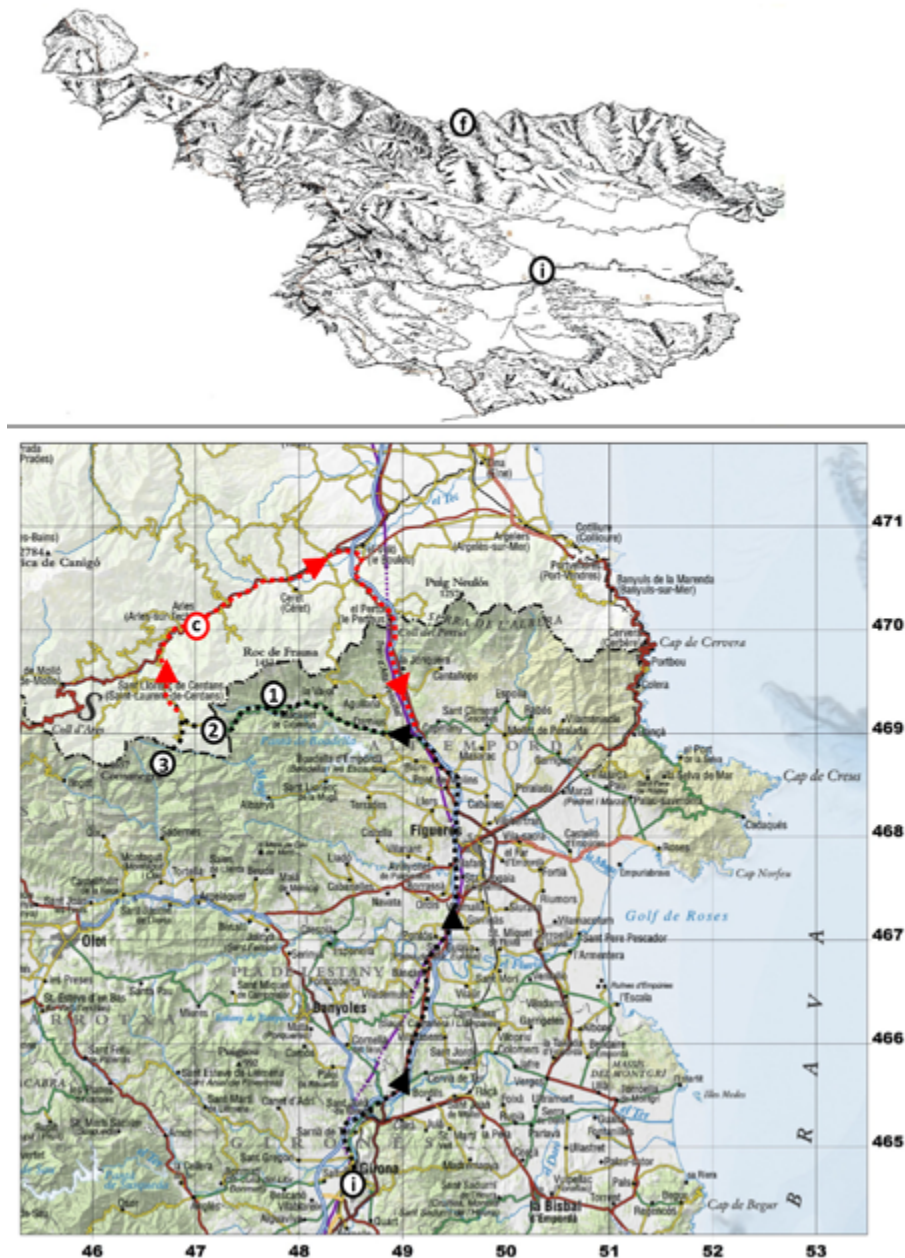


Figura 1. A dalt: esquema del relleu de les comarques de Girona, on s'emmarca el punt d'inici (i) i el final (f) del recorregut científic. Font: Pallí & Brusi (1992). A baix, localització del recorregut de la sortida. c, parada cultural; i, punt d'inici i final; 1-3, parades científiques; línia negra, recorregut científic; línia vermella, recorregut tursiticocultural. Base cartogràfica: ICGC (2019).

Nomenclatura

La denominació dels tàxons segueix la nomenclatura de la *Flora manual dels Països catalans* (Bolòs *et al.*, 2005) o, en el seu defecte, la de *Flora iberica* (Castroviejo & Aedo, 1986-2019) o *Flora Gallica* (Tison & Foucault, 2014).

Per al conspecte sintaxonòmic se segueix la nomenclatura proposada a la *Vegetació dels Països Catalans* de Folch (1986), al *Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal* de Rivas-Martínez *et al.* (2001) o a la *Vegetation of Europe* de Mucina *et al.* (2016).

En darrer lloc, pel que fa als hàbitats, s'empren els codis i els descriptors indicats al “*Manual dels hàbitats de Catalunya*” de Carreras *et al.* (2015-2018).

Geologia

Els Pirineus es van aixecar com a conseqüència de la tectònica compressiva lligada a l'orogènia alpina a començaments del Terciari, i posteriorment es van compartimentar per la fracturació distensiva a les acaballes d'aquesta mateixa orogènia. Comprenen 3 unitats muntanyoses que es disposen orientades d'est a oest: el Pirineu axial, el Prepirineu i el Subpirineu (Pallí & Roqué 2009).

El **Pirineu axial** constitueix el nucli central i més enlairat de la serralada i és representat a la zona visitada pel massís de les Salines (altitud màx. 1.451 m). Aquest conjunt muntanyós està format bàsicament per granitoides paleozoics amb algun aflorament de gneissos precambrians (als cims més elevats del Roc de Fraussa i de les Salines) i amb intercalacions de marbres del Cambroordovicià. Aquestes darreres roques metamòrfiques porten associades diverses mineralitzacions de talcs que van ser explotats fins fa poc. Estructuralment, l'àrea de la sortida correspon a plutons de mides quilomètriques formats a finals del Paleozoic (p. ex: el batòlit de Sant Llorenç-la Jonquera). Al **Prepirineu** hi corresponen les serres marginals formades per roques sedimentàries mesozoiques de natura calcària, que en aquesta part de la serralada ocupa tan sols una estreta faixa muntanyosa paral·lela a l'eix; en forma part la serra de Bac Grillera (altitud màx. 1.060 m), on només afloren sediments del Cretaci superior (Figura 2).

Finalment, podem observar el **Subpirineu** constituït per serres marginals de roques carbonatades cenozoiques, formades a partir de materials eocens dipositats en un antic llindar marí. Aquests sediments han estat sotmesos a fortes pressions orogèniques del cicle alpi, plegant-los i convertint-los en una zona muntanyosa de relleu abrupte amb cingles i escarpaments vigorosos. Aquesta unitat és travessada pels cursos fluvials que han format diverses valls encaixades i algun congost. A la zona de la sortida, el Subpirineu comprèn el sector Bassegoda-Mare de Déu del Mont, on la falla d'Albanyà en constitueix el límit oriental, i dona pas al Pirineu axial. Aquest sector s'anomena Alta Garrotxa i, més concretament Garrotxes d'Empordà, ja que el mot “garrotxes” significa una terra aspra,

fracturada, de mala petja; o sigui, un país trencat amb elements de paisatge càrstics, com rasclers, balmes, coves i avencs.

Cap a l'est, aquests massissos i serralades contacten amb la fossa tectònica de l'Empordà, una gran plana d'enfonsament de 50 km de longitud, reblerta de sediments del Neogen i del Quaternari. La formació d'aquesta gran depressió s'inicià a l'Oligocè per l'esfondrament d'un seguit de blocs de sòcol hercinià a causa de la tectònica distensiva que actua des del Neogen a la Mediterrània occidental. Aquesta dinàmica divergent també ha originat les fosses neògenes europees i l'obertura de la conca catalanobalear.

La fossa de l'Empordà és delimitada per les falles d'Albanyà i de la Jonquera-Figueres, i el contacte entre la plana i la zona muntanyosa és progressiu a causa de la presència de glacis d'acumulació, de cons de dejecció i glacis de piemont, que formen vessants suaus, i turons de poca altitud. Aquest conjunt de relleus de transició entre el pla i la muntanya està constituït per sediments de rebliment de conca, propis de peu de mont o de la base del front muntanyós, formant el que s'anomena els "aspres" (mot que descriu un terreny ingrat, poc fèrtil i pedregós).



Figura 2. Cingleres a la Serra de Bac Grillera, vist des de Tapis.

El clima

La complexa orografia d'aquesta part dels Pirineus i la disposició de les serres i dels massissos formant un amfiteatre que envolta la plana empordanesa oberta al mar determina l'establiment d'un mosaic de microclimes diferents a la zona. L'amplitud tèrmica és inferior a altres àrees pirinenques més occidentals, ja que la influència dels vents de llevant arriba

fins a la muntanya i afavoreix les pluges orogràfiques per l'efecte pantalla, de tal manera que els cims reben més precipitacions que no pas a la plana. A més, la zona es troba sota la influència de tempestes convectives estivals de muntanya originades a la veïna comarca del Ripollès, i que abans de desfer-se acaben desplaçant-se fins a la capçalera de la Muga. Per aquest motiu, a la cota 700 m les pluges són importants i poden arribar a superar els 1.200 mm als cims més enlairats.

Així, doncs, del clima mediterrani litoral de la plana i dels relleus de poca altitud, es passa a un mediterrani prepirinenc, més fresc i humit, que ja correspon a un clima temperat de muntanya. La temperatura mitjana és de 14-15°C vora el mar, però només d'11°C al cims enlairats de les Salines (hom pren la isoterma 14°C per separar els dos grans sectors climàtics de la comarca de l'Empordà). Per altra banda, mentre que a la plana el règim pluviomètric és TPHE, a la capçalera de la Muga ja s'igualen les pluges de tardor i les de primavera, i fins i tot en molts anys la primavera pot ser l'estació més plujosa (Taula 1). En definitiva, si tenim en compte aquestes dades i el fet que en augmentar d'altitud s'incrementen les pluges d'estiu, s'entén que el clima de les Salines i l'Alt Vallespir sigui de tipus humit (B1-B4) segons la nomenclatura de Thornthwaite.

	P	T	H	E	Total anual
Maçanet de Cabrenys	310	310	230	200	1.050
Costoja	350	310	240	240	1.140

Taula 1. Dades pluviomètriques de dues localitats dels Pirineus orientals. Font: Servei Meteorològic de Catalunya (1997).

Finalment, cal esmentar que el clima de les comarques de l'Alt Empordà (principalment) i de l'Alt Vallespir és clarament afectat per la tramuntana, un vent sec i fred de direcció N-NW. La tramuntana s'origina per situacions sinòptiques d'altres pressions a l'oest de la península i d'una borrasca a la mediterrània, per entremig de les quals es crea un flux de vent del N procedent de latituds altes. Quan la tramuntana arriba a Catalunya es topa amb els Pirineus, i bona part d'aquest vent queda canalitzat vers el Cap de Creus i la plana l'Empordà, on assoleix, fàcilment, velocitats per sobre dels 100 km/h.

El paisatge vegetal

El paisatge de la rodalia de Girona ciutat és un mosaic d'hàbitats forestals mediterranis d'**alzinars** i d'**alzinars amb pins**, però també d'hàbitats amb caducifolis allà on afloren sediments del Pliocè, com l'**alzinar** amb **roures** i fins i tot **rouredes** damunt substrat quaternari. Però en el recorregut fins l'Empordà s'observen només boscos perennifolis, ja que la depressió empordanesa és cultivada i no queden restes de l'antiga vegetació de plana.

Un cop passada la ciutat de Figueres es pot observar la vegetació arbustiva de la **garriga**, molt extensa en aquest sector després del foc forestal de 2012, que conforma un paisatge de peu de mont, anomenat també aspres.

Al cap de poc es deixa la carretera N-II i la plana empordanesa, i passem a travessar aquest territori dels aspres de vessants suaus i turons granítics de poca altitud del domini de la **sureda**. Tanmateix, de bon principi el territori ha estat afectat pel foc i els boscos de suro prenen l'aspecte de **brolla arbrada**. Però, poc a poc, els arbres es fan més densos i l'hàbitat pren aspecte de bosc a l'arribar a la rodalia de Maçanet de Cabrenys, on es fa la primera parada de la sortida, ja immersos de ple en el paisatge de muntanya del massís de les Salines.

1^a parada, sureda DE LA FONT DE L'ABEURADOR, 451 — 480 m s.m., Maçanet de Cabrenys (Alt Empordà)

Objectiu: observar el bosc mediterrani de la sureda que a les comarques del NE de la península Ibèrica sempre té aspecte de bosc i no pas de devesa, així com les comunitats de substitució, la brolla acidòfila del *Cistion* i el prat terofític de l'*Helianthemion*.

Recorregut: s'agafa un camí que passa pel costat de la font de l'Abeurador, i travessa un petit rierol afluent del riu Arnera, fins a la sureda, sempre sobre substrat granític.

Geologia: granodiorita del Paleozoic.

Vegetació:

- Al rierol hi creix una **jonquera acidòfila** (Figura 3) assimilable a l'aliança *Juncion acutiflori*, amb: *Juncus effusus*, *J. articulatus*, *Isolepis setacea*, *Mentha suaveolens*, *Ranunculus repens*, *Prunella vulgaris*, *Hypericum tetrapterum*, *H. androsaemum*, *Carex remota*.

Hàbitat CORINE 37.22 Jonqueres de *Juncus acutiflorus*, acidòfiles, de l'estatge montà

- Pel camí es poden observar *Clinopodium vulgare*, *Dianthus armeria*, *Potentilla argentea*, *Centaurea pectinata*, *Trifolium angustifolium*, així com diversos tàxons al·lòctons, com *Juncus tenuis*, *Senecio inaequidens* o *Solidago canadensis*.

Brolla acidòfila	Bosc de sureda
<i>Erica arborea</i>	<i>Erica arborea</i>
<i>Erica scoparia</i>	<i>Erica scoparia</i>
<i>Cistus salvifolius</i>	<i>Cistus salvifolius</i>
<i>Calluna vulgaris</i>	<i>Calluna vulgaris</i>
<i>Calicotome spinosa</i>	<i>Calicotome spinosa</i>

Brolla acidòfila	Bosc de sureda
<i>Lavandula stoechas</i>	<i>Lavandula stoechas</i>
<i>Cytisus scoparius</i>	<i>Cytisus scoparius</i>
<i>Arbutus unedo</i>	<i>Arbutus unedo</i>
<i>Quercus suber</i>	<i>Quercus suber</i>
<i>Juniperus communis</i>	
<i>Pinus halepensis</i>	
<i>Hedera hibernica</i>	<i>Hedera hibernica</i>
<i>Quercus pubescens</i>	<i>Quercus pubescens</i>
<i>Senecio inaequidens</i>	<i>Senecio inaequidens</i>
<i>Festuca ovina</i>	
<i>Lotus dorycnium</i>	
	<i>Prunus avium</i>
	<i>Quercus ilex</i>
	<i>Pinus sylvestris</i>
	<i>Cephalanthera longifolia</i>
	<i>Polypodium interjectum (P. prionodes)</i>
	<i>Galium pumilum</i>
	<i>Lonicera peryclimenum</i>
	<i>Brachypodium sylvaticum</i>
	<i>Centaurea pectinata</i>

Taula 2. Taula comparativa entre la brolla acidòfila i el bosc de sureda

- A la sureda s'hi arriba caminant sota una línia elèctrica amb **vegetació herbàcia terofítica** assimilable a l'*Helianthemion guttati*, però mal constituïda per les estassades repetides que hi fan. Hi creixen plantes com *Tuberaria guttata*, *Pilosella officinarum*, *Vulpia bromoides*, *Petrorhagia nanteuillii*, *Trifolium arvense*, *T. campestre*, *Jasione montana*, *Hypochaeris glabra*, *Micropyryum tenellum*, *Anthoxanthum odoratum* i *Cynosurus echinatus*.
Hàbitat CORINE 35.31+ Pradells terofítics (*Helianthemum guttatum*, *Tolpis barbata*, *Crassula tillaea*, *Silene gallica*, *Aira cupaniana*...), sovint amb *Sedum* spp. (crespinells), silicícoles de terra baixa.



Figura 3. Jonquera acidòfila prop de la Font de l'Abeurador.

- La **sureda** (*Viburno-Quercetum ilicis* subass. *quercetosum suberis* [*Carici basilaris-Quercetum suberis*]) es troba al costat esquerre, mentre que al dret es pot observar un retall de la **brolla silicícola** del *Cisto-Sarothamnetum catalaunici* (Figura 4) que substitueix el bosc de suros. De la llista d'espècies presents a ambdues comunitats (Taula 2) es pot deduir com d'explotada és la sureda, ja que al sotabosc de l'hàbitat arbori hi són presents pràcticament tots els tàxons de la brolla acidòfila.

Hàbitat CORINE 45.2161+ Suredes amb sotabosc clarament forestal + 45.2162+ Suredes amb sotabosc de brolla acidòfila, de l'extrem oriental dels Pirineus i dels territoris ruscínic i catalanídic septentrional [HIC: 9330 Suredes]

- Quan deixem la sureda es pot observar un paisatge amb alternança de bosc mediterrani esclerofil·le als solells i de castanyedes a les obagues, amb castanyers molt afectats per diverses malalties i molts d'ells morts. Però de seguida entrem en un substrat



Figura 4. Brolla acidòfila (esquerra) i sureda (dreta), Maçanet de Cabrenys (Alt Empordà).

Mesozoic i les formes del paisatge prenen una gran bellesa amb cingles i relleus abruptes totalment coberts de bosc; és el paisatge típic de la Garrotxa empordanesa constituït per serres calcàries amb cingleres que generen valls estretes de difícil accés. Entre Tapis (Alt Empordà) i Costoja (Vallespir), al talús de la carretera prop del mas de Riumajor, afloren uns sediments continentals on es conserven les empremtes d'uns dinosaures del final del Mesozoic. Les petjades es van originar quan els sediments eren tous i sense consolidar, i posteriorment en van fossilitzar (Figura 5). Aquest aflorament és l'únic d'aquest tipus a les comarques de Girona (Pallí & Roqué, 2009).

2^a parada, PRATS DE COSTOJA, 800 — 811 m s.m., Costoja (Vallespir)

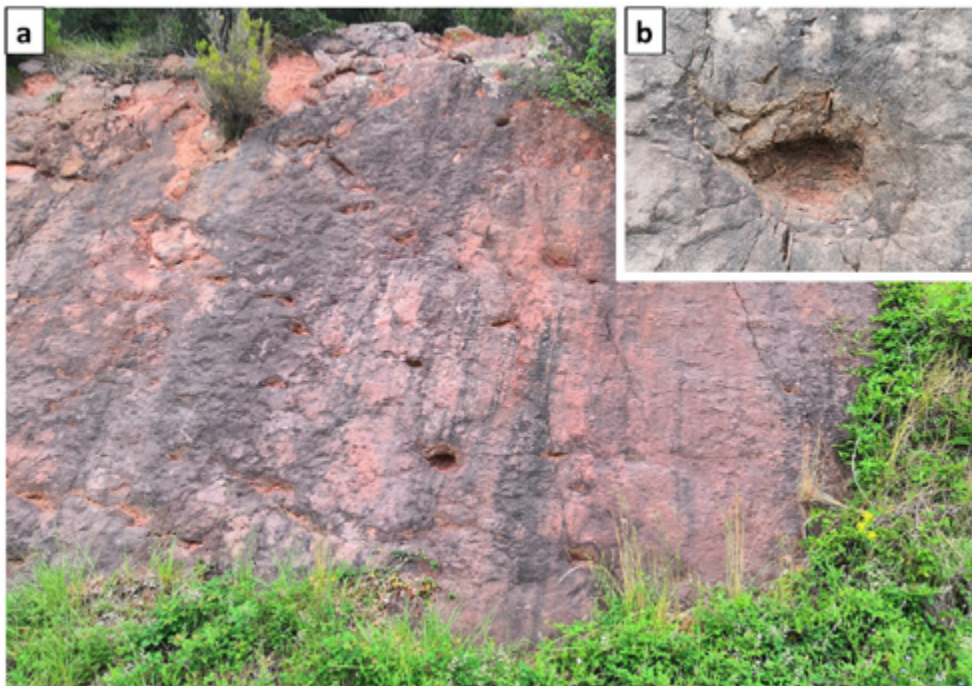


Figura 5. Empremtes de dinosaures damunt de conglomerats i lutites vermelles del final del Mesozoic (Riumajor, Tapis, Maçanet de Cabrenys, Alt Empordà): a, aspecte de l'aflorament; b, detall d'una petjada.

Objectiu: observar una àrea pradenca mantinguda des de fa centenars d'anys mitjançant la sega i la pasturada, on hi trobem prats de dall (*Arrhenatherion elatioris*), prats de plantatge mitjà (*Bromion erecti*) i feners de terra baixa (*Molinio-Holoschoenion*).

Recorregut: és a peu de carretera, al costat de l'estela de la “Retirada”. Un cop entrem a l'àrea pradenca, cal anar avançant fins a la part més baixa.



Figura 6. *Colchicum autumnalis* creix a la part més baixa i humida del prat

Descripció: antiga àrea pradenca existent des de fa centenars d'anys. La part més deprimida, temporàniament inundada, ha estat mantinguda com a tal des del seu establiment, molt possiblement, durant l'edat mitjana; en canvi, les parts més elevades havien estat cultivades fins els anys 60 del segle passat. Des de fa tres anys, l'àrea es destina principalment a la pastura.

Geologia: conglomerats i calcàries margoses del Cretaci superior-Eocè.

Vegetació:

- **Prat de plantatge mitjà i eufràsia** fragmentari (*Euphrasio-Plantaginetum mediae*). Es troba a la part més elevada i eixuta de l'àrea pradenca, a tocar la carretera (Figura 7). La seva composició florística està alterada pel règim de dall regular, per això hi manquen les característiques de l'associació *Euphrasia pectinata*, *Gentiana lutea* i *Trifolium montanum*. En canvi, hi trobem les plantes típiques de l'aliança *Bromion erecti* i de l'ordre *Brometalia erecti*: *Plantago media*, *Pimpinella saxifraga*, *Prunella laciniata*, *Bromus erectus*, *Polygala calcarea*, *Ranunculus bulbosus*, *Helianthemum nummularium*, *Salvia pratensis*, *Sanguisorba minor*, *Linum catharticum*, *Leucanthemum pallens*, *Campanula glomerata* (Figura 7).

Hàbitat CORINE 34.32611+ Prats calcícoles i mesòfils, amb *Festuca nigrescens*, *Plantago media* (plantatge), *Galium verum* (espunyidella groga), *Cirsium acaule...*, de la muntanya mitjana i de l'estatge subalpí dels Pirineus i de les terres properes [HIC: 6210 Prats —i fàcies emmatades— medioeuropeus, seminaturals, sobre substrat calcari (*Festuco-Brometea*)]

- **Prat de trèvols amb lli de prat** (*Odontito serotini-Trifolietum pratensis*). Prat de dall mesòfil característic de la província submediterrània dels Pirineus orientals. Aquesta comunitat constitueix una forma de transició entre els prats dalladors mesohigròfils de terra baixa (*Geranio-Festucetum* Mercadal 2019 nom. ined. [*Gaudinio-Arrhenatheretum* auct. iber.]; cf. Mercadal, 2019) i els prats dalladors de la muntanya mitjana pirinenca (*Rhinantho-Trisetetum*) (Figura 7).
- A les part més profunda de l'àrea pradenca, en contacte amb el fener de *Molinia caerulea* subsp. *arundinacea*, hi trobem encara alguns tàxons mesohigròfils: *Ranunculus acris*, *Ophioglossum vulgatum*, *Oenanthe pimpinelloides*, *Orchis laxiflora*, *Carex distans*, *C. spicata*, *Potentilla reptans*, *Geranium dissectum*, *Lychnis flos-cuculi*, *Ajuga reptans* i *Mentha suaveolens*. També cal destacar la presència de diferents tàxons del gènere *Taraxacum*, com ara: *Taraxacum alienum* Dahlst., *T. braun-blanquetii* Soest, *T. obtusilobum* Dahlst i *T. santandricum* Soest.

Hàbitat CONRINE 38.23 Prats dalladors amb fromental (*Arrhenatherum elatius*), dels estatges submontà i montà [HIC: 6510 Prats de dall de terra baixa i de la muntanya mitjana (*Arrhenatherion*)]



Figura 7. Prats de Costoja (Vallespir). En primer terme, el prat de plantatge mitjà i eufràsia fragmentari (*Euphrasio-Plantaginetum mediae*) i, al darrera, el prat de trèvols amb lli de prat (*Odontito-Trifolietum*).

Espècies diagnòstiques de l'associació (<i>Odontito-Trifolietum</i>)	
<i>Festuca arundinacea</i> subsp. <i>arundinacea</i>	<i>Origanum vulgare</i>
<i>Linum usitatissimum</i> subsp. <i>angustifolium</i>	<i>Orobanche minor</i>
<i>Erigeron annuus</i>	<i>Gaudinia fragilis</i>
<i>Agrimonia eupatoria</i> subsp. <i>eupatoria</i>	
Espècies característiques de l'aliança (<i>Arrhenatherion</i>) i de l'ordre (<i>Arrhenatheretalia</i>)	
<i>Arrhenatherum elatius</i> subsp. <i>elatius</i>	<i>Colchicum autumnale</i> subsp. <i>autumnale</i>
<i>Achillea</i> gr. <i>millefolium</i>	<i>Crepis biennis</i> var. <i>ceretana</i>
<i>Galium mollugo</i> subsp. <i>erectum</i>	<i>Rhinanthus pumilus</i>
<i>Avenula pubescens</i> subsp. <i>pubescens</i>	<i>Cynosurus cristatus</i>
<i>Trisetum flavescens</i> subsp. <i>flavescens</i>	<i>Festuca pratensis</i> subsp. <i>pratensis</i>
<i>Myosotis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>	
Espècies característiques de la classe (<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>)	
<i>Plantago lanceolata</i>	<i>Medicago lupulina</i>
<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>glomerata</i>	<i>Trifolium repens</i>
<i>Trifolium pratense</i>	<i>Briza media</i>
<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>corniculatus</i>	<i>Crepis versicaria</i> subsp. <i>taraxacifolia</i>
<i>Poa pratensis</i> s.l.	<i>Centaurea ×decipiens</i> nothosubsp. <i>ruscinonensis</i>
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Taraxacum</i>	<i>Narcissus tazetta</i>
<i>Lathyrus pratensis</i>	<i>Tragopogon lamottei</i>
<i>Ranunculus bulbosus</i>	<i>Ranunculus repens</i>
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	<i>Rhinanthus minor</i>
<i>Holcus lanatus</i>	<i>Centaurea ×decipiens</i>
Companyes	
<i>Sanguisorba minor</i> subsp. <i>balearica</i>	<i>Veronica chamaedrys</i>
<i>Luzula campestris</i>	<i>Convolvulus arvensis</i>
<i>Bellis perennis</i>	<i>Bromus erectus</i> subsp. <i>erectus</i>
<i>Genista tinctoria</i>	<i>Cerastium glomeratum</i>

<i>Cirsium arvense</i>	<i>Hypochaeris radicata</i>
<i>Centaurea scabiosa</i>	<i>Stachys officinalis</i>
<i>Carex caryophylla</i>	<i>Carex flacca</i>
<i>Knautia nevadensis</i> var. <i>lanceolata</i>	<i>Galium verum</i> subsp. <i>verum</i>
<i>Veronica arvensis</i>	

Taula 3. Inventari de l'Odontito-Trifolietum a Costoja (Vallespir).

- **Fener d'escabiosa mossegada i alba roja** (*Centaureo vinyalsii-Succisetum pratensis* subass. *molinietosum arundinaceae*). Es troba al fons de l'àrea pradença, en una zona temporàriament inundada. Es tracta d'una comunitat de transició entre els feners mediterranis (*Molinio-Holoschoenion*) i els feners de molínia eurosiberians (*Molinion coeruleae*) (Taula 4 i Figura 8)

Hàbitat CONRINE 37.311 Herbassars graminoïdes amb alba roja (*Molinia coerulea*), higròfils i basòfils, de la muntanya mitjana [HIC: 6410 Herbassars de *Molinia coerulea* en sòls calcaris torbosos o argilollimosos (*Molinion caeruleae*)]

Espècies característiques de l'associació (<i>Centaureo-Succisetum</i>) i de l'aliança (<i>Molinio-Holoschoenion</i>)	
<i>Centaurea xdecipiens</i> nothosubsp. <i>ruscinnensis</i>	<i>Tetragonolobus maritimus</i>
<i>Molinia coerulea</i> subsp. <i>arundinacea</i>	<i>Succisa pratensis</i>
<i>Succisa pratensis</i>	<i>Cirsium monspessulanum</i>
<i>Carex panicea</i>	<i>Carex flacca</i>
<i>Pulicaria dysenterica</i>	<i>Narcissus tazetta</i>

Espècies característiques de l'ordre (<i>Holoschoenetalia vulgaris</i>) i de la classe <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	
<i>Carex distans</i>	<i>Silaum silaus</i>
<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Colchicum autumnale</i>
<i>Potentilla reptans</i>	<i>Bromus recemosus</i>
<i>Festuca arundinacea</i> subsp. <i>arundinacea</i>	<i>Poa trivialis</i>

Taula 4. Inventari del *Centaureo-Succisetum* subass. *molinietosum*, Costoja (Vallespir).



Figura 8. Fener d'escabiosa mossegada i alba roja (*Centaureo-Succisetum* subass. *moliniotosum arundinaceae*), Costoja (Vallespir). Les plantes florides de color lila corresponen al capferrat (*Cirsium monspessulanum*)

3^a parada, RODALIA DE L'HOSTAL DE LA MUGA, 722 — 1.000 m s.m., Albanyà (Alt Empordà)

Objectiu: observar diferents tipus de boscos de muntanya d'aquest sector pirinenc, des de l'alzinar muntanyenc (domini mediterrani) fins a la fageda (domini medioeuropeu), passant per la roureda amb boix i la castanyeda (domini submediterrani), ja que el grau d'insolació i el substrat (granitoides paleozoics, gresos i margues mesozoics i calcàries i travertins eocènics) del recorregut són diversos.

Recorregut: l'autocar ens deixa al pla Castanyer (Costoja, 832 m), d'on surt el camí que passa pels Meners (Costoja, 782 m) i porta a l'Hostal de la Muga (Albanyà, 722 m). Des d'allí, pel camí del mas Sobirà, es travessa el riu la Muga i s'arriba fins a un planell del Puig del Casso (Albanyà, 797 m). Des d'aquest punt, es retrocedeix fins al pla Castanyer.

Geologia: a la primera part del recorregut el substrat és Paleozoic, concretament de la unitat granit de Sant Llorenç o granit porfiroblàstic de Montdavà. Però a l'arribar a l'Hostal de la Muga apareix el Mesozoic, amb conglomerats i gresos del Cretaci superior i margues del Paleogen.

Vegetació:

- Als Meners es poden observar extenses **castanyedes** (*Lathyro montani-Quercetum petraeae* subass. *castanaetosum*) [aquí menys afectades per malalties, tot i que els arbres sí que són atacats per la vespa xinesa (*Dryocosmus kuriphilus*)], que probablement

substitueixen antigues rouredes acidòfiles i, potser, algun alzinar muntanyenc. S'hi poden observar tàxons de boscos humits, com ara: *Brachypodium sylvaticum*, *Alliaria petiolata*, *Teucrium scorodonia*, *Polystichum setiferum* o *Fraxinus excelsior*.

Hàbitat CORINE 41.9 Castanyedes, acidòfiles, de la muntanya mitjana i terra baixa [HIC: 9260 Castanyedes]

- El camí cap a l'hostal de la Muga transcorre pel solell i als indrets més rocosos apareix l'**alzinar muntanyenc** (*Asplenio onopteridis-Quercetum ilicis* subass. *ligustretosum vulgaris*). Es pot observar el paisatge agrest típic de l'Alta Garrotxa.

Hàbitat CORINE 45.3131+ Alzinars muntanyencs en terreny silici, catalanooccitans [HIC: 9340 Alzinars i carrascars]

- En arribar al fondal, ja més humit, hi creix la **roureda amb boix** (*Buxo-Quercetum pubescentis* subass. *typicum*) amb **joncedes** (*Plantagini mediae-Aphyllanthetum*) i **prats mesòfils** a les clarianes (*Euphrasio-Plantaginetum mediae*).

Hàbitat CORINE 41.7131+ Boscos de roure martinenc (*Quercus pubescens*), calcícoles, de la muntanya mitjana, i comunitats equivalents.

Hàbitat CORINE 34.721 Joncedes (prats, sovint emmatats, d'*Aphyllanthes monspeliensis*), calcícoles, de les contrades mediterrànies i de la muntanya mitjana poc plujosa.

- El recorregut ens porta fins l'Hostal de la Muga, una masia del s. XVIII envoltada de prats de dall abandonats i de bardisses (Figura 10). A començaments dels anys vuitanta encara feia d'hostal i s'hi podien trobar queviures i fer pernотacions, però actualment es troba en ruïnes, i tot l'entorn té un aspecte d'abandonament, malgrat ser un edifici inclòs en l'Inventari del Patrimoni Arquitectònic de Catalunya. En ser prop de la frontera, era un punt de repòs per traguiners, carboners, contrabandistes i viatgers d'un estat o de l'altre, i el punt d'entrada a Catalunya dels maquis després de la guerra civil.

Vora l'Hostal de la Muga podem observar un extens prat de dall abandonat (*Odontito-Trifolietum*) des de l'any 2000, que encara està recobert d'herbes productives i de gran valor farratger (*Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata*, *Arrhenatherum elatius*, *Trifolium pratense*, *Lolium perenne*, etc.), així com de *Centaurea nigra* subsp. *nigra* i *C. nigra* subsp. *debeauxii*. No obstant, la manca d'activitat agrícola dels darrers anys ha comportat la reducció de l'àrea pradenca a favor del bosc potencial (*Buxo-Quercetum pubescentis* i *Brachypodio-Fraxinetum excelsioris*), així com la disminució de la seva diversitat florística.

- La ruta continua fins el pla de la Muga, punt on se separen els aiguavessos dels rius Fluvià i la Muga. Al riu la Muga (Figura 11) hi creix un **mosaic de vegetació de ribera de verneda** (*Lamio flexuosi-Alnetum glutinosae*) i **sargar** (*Saponario-Salicetum purpureae*).



Figura 9. Castanyeda entre el pla de Castanyer i els Meners, Vila-Roja, Costoja (Vallespir).



Figura 10. L'Hostal de la Muga, en primer terme el prat de dall abandonat; al fons, les ruïnes de l'antic hostal, Albanyà (Alt Empordà).

Hàbitat CORINE 44.3432+ Vernedes (de vegades pollancredes) amb ortiga borda (*Lamiun flexuosum*), de la terra baixa plujosa i de l'estatge submontà [HIC: 91E0* Vernedes i altres boscos de ribera afins (*Alnion incanae*)]

Hàbitat CORINE 44.124 Sargars i gatelledes muntanyencs [HIC: 3240 Rius de tipus alpí amb bosquines de muntanya]



Figura 11. Vegetació de ribera de la Muga, prop de l'Hostal de la Muga, Albanyà (Alt Empordà)

- El camí continua per l'obaga i després d'un altre retall de roureda amb boix i jonceda, apareix una interessant **fageda calcícola** (*Buxo-Fagetum sylvaticae*) amb poblaments de teix (Figura 12). En aquesta fageda es pot observar que tots els boixos han estat afectats per la papallona del boix (*Cydalima perspectalis*), una plaga molt severa a la Garrotxa. En aquest sentit, remarcuem que just fa un any encara no havia arribat a aquesta localitat, mentre que a la primavera de 2019 tot el poblament de boix ja ha estat afectat. El dany que provoca aquest paràsit sobre el boix és molt greu, ja que el rebrot és ben escàs i bona part dels arbres es moren (Figura 13).

Hàbitat CORINE 41.1751 Fagedes calcícoles, xeromesòfiles, de la muntanya mitjana poc plujosa [HIC: 9150 Fagedes calcícoles xerotermòfiles]

- En un aflorament de travertí (Figura 14), al peu del camí, trobem orella d'ós (*Ramonda myconi*) enmig d'una **comunitat d'herba prima i molses** (*Anomodonto viticulosi-Moehringietum catalaunicae*). El travertí es va formar durant milions d'anys a partir d'un antic salt d'aigua on s'hi dipositava el carbonat de calci que provenia de la dissolució de les calcàries que es troben més amunt.

Hàbitat CORINE 62.1C+ Roques calcàries ombrejades, amb vegetació comofítica de molses i falgueres, de l'estatge montà i de la muntanya mediterrània [HIC: 8210 Costers rocosos calcaris amb vegetació rupícola]



Figura 12. Peu femení de teix (*Taxus baccata*) amb una llavor madura.



Figura 13. Afectació dels boixos de la fageda per la invasora *Cydalima perspectalis*, Albanyà (Alt Empordà).



Figura 14. Aflorament de travertí amb un peu d'orella d'ós (*Ramonda myconi*), Albanyà (Alt Empordà).

- La ruta acaba en una clariana damunt d'uns cingles calcaris on (Figura 15), entremig d'un rascler erosionat, hi creix la **comunitat de la lliqueta** (*Thymo-Globularietum cordifoliae*).

Hàbitat CORINE 34.7133 Prats sovint emmatats, d'*Ononis striata*, *Anthyllis montana*, *Globularia cordifolia* (lluqueta)..., calcícoles i xeròfils, de la muntanya mitjana (i de l'estatge subalpí), sobretot als Prepirineus.



Figura 15. Rocam amb *Thymo-Globularietum cordifoliae*, Albanyà (Alt Empordà).

Conspecte sintaxonòmic dels sintaxons observats a la sortida

Vegetació herbàcia d'ambients humits

Class. *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937

Ord. *Molinietalia coeruleae* Koch 1926

All. *Juncion acutiflori* Br.-Bl. in Br.-Bl. & Tx. 1952

Ord. *Arrhenatheretalia elatioris* Tx. 1931

All. *Arrhenatherion elatioris* Koch 1926

Ass. *Odontito serotini-Trifolietum pratensis* O. Bolòs & Masalles 1983

Ord. *Holoschoenetalia* Br.-Bl. ex Tchou 1948

All. *Molinio-Holoschoenion* Br.-Bl. ex Tchou 1948

Ass. *Centaureo vinyalsii-Succisetum pratensis* O. Bolòs 1954

subass. *molinietosum arundinaceae* O. Bolòs 1996

Vegetació rupícola

Class. *Anomodonto-Polypodietea* Rivas-Martínez 1975

Ord. *Anomodonto-Polypodietalia* O. Bolòs & Vives in O. Bolòs 1957

All. *Polypodion serrati* Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952

Ass. *Anomodonto viticulosi-Moebringietum catalaunicae* O. Bolòs & Vives in O. Bolòs 1957 corr. Rivas-Martínez in Rivas-Martínez & al. 2011

Pastures i matollars secs

Class. *Festuco-Brometea* Br.-Bl. & Tx. ex Br.-Bl. 1949

Ord. *Brometalia erecti* Koch 1926 [*Brachypodietalia pinnati* Korneck 1974 nom. conserv. propos. Mucina & al. 2016]

All. *Bromion erecti* Koch 1926

Ass. *Euphrasio-Plantaginetum mediae* O. Bolòs 1954

Class. *Ononido-Rosmarinetea* Br.-Bl. 1947 [*Rosmarinetea officinalis* Rivas-Martínez 2001]

Ord. *Rosmarinetalia* Br.-Bl. ex Molinier 1934

All. *Helianthemo italici-Aphyllanthion monspeliensis* Díez-Garretas, Fernández-González & Asensi 1998 [*Aphyllanthion* Br.-Bl. (1931) 1937]

Ass. *Thymo-Globularietum cordifoliae* O. Bolòs 1954

Ass. *Plantagini mediae-Aphyllanthetum monspeliensis* O. Bolòs (1948) 1956

Class. *Cisto-Lavanduletea* Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940

Ord. *Lavanduletalia stoechais* Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940 em. Rivas-Martínez 1968

All. *Cistion ladaniferi* Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950

Ass. *Cisto-Sarothamnetum catalaunici* (A. & O. Bolòs) O. Bolòs 1956

Class. *Helianthemetea guttati* (Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952) Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963 em. Rivas-Martínez 1978

Ord. *Helianthemetalia guttati* Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940

All. *Helianthemion guttati* Br.-Bl., in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940

Ass. *Helianthemetum guttati* Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940

Vegetació selvàtica i afí

Class. *Quercu-Fagetea* Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937

Ord. *Quercetalia pubescentis* Klika 1933

All. *Quercion pubescenti-petraeae* Br.-Bl. 1932

- Ass. *Buxo-Quercetum pubescentis* Br.-Bl. ex Bannes-Puygiron 1933
- Ord. *Quercetalia roboris* Tx. 1931
- All. *Quercion roboris* Malcuit 1929 [*Quercion robori-petraeae* Br.-Bl. 1932]
- Ass. *Lathyro montani-Quercetum petraeae* (Lapraz 1966) Rivas-Martínez 1983
- subass. *castaneetosum*
- Ord. *Fagetalia sylvaticae* Pawłowski in Pawłowski, Sokołowski & Wallisch 1928
- All. *Fagion sylvaticae* Luquet 1926
- Ass. *Buxo-Fagetum sylvaticae* Br.-Bl. & Susplugas 1937 em Br.-Bl. 1952
- All. *Carpinion betuli* Issler 1931 [*Fraxino-Carpinion* Tx. ex Diemont 1936]
- Ass. *Brachypodio sylvatici-Fraxinetum excelsioris* Vigo 1968
- All. *Alnion incanae* Pawłowski in Pawłowski, Sokołowski & Wallisch 1928 [*Alno-Padion* Br.-Bl. & Tx. 1943]
- Ass. *Alno glutinosae-Lamietum flexuosi* (O. Bolòs in Oberdorfer 1953) O. Bolòs 1954
- Ord. *Salicetalia purpurae* Moor 1958
- All. *Salicion triandro-meotrichae* Br.-Bl. & O. Bolòs 1958
- Ass. *Saponario-Salicetum purpurae* Tchou (1947) 1948
- Class. *Quercetea ilicis* Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950
- Ord. *Quercetalia ilicis* Br.-Bl. ex Molinier 1934 em. Rivas-Martínez 1975
- All. *Quercion ilicis* Br.-Bl. ex Molinier 1934 em. Rivas-Martínez 1975
- Ass. *Viburno tini-Quercetum ilicis* Br.-Bl. ex Molinier 1934 Rivas Mart. 1975
- subass. *quercetosum suberis* Br.-Bl. 1936 [*Carici basilaris-Quercetum suberis* Rivas-Martínez 1987 corr. Rivas-Martínez in Rivas-Martínez & al. 2011]
- Ass. *Asplenio onopteridis-Quercetum ilicis* (Br.-Bl. 1936) Rivas-Martínez 1975
- subass. *ligustretosum vulgaris* O. Bolòs 1956

Bibliografia

- BOLÒS O DE, VIGO J, MASALLES RM, NINOT JM (2005) Flora manual dels Països Catalans. (3ed.). Pòrtic. Barcelona. 1310 pp.
- CARRERAS J, FERRÉ A, VIGO J (Eds.) (2015-2018) Manual del Hàbitats de Catalunya. 8 volums. Edició revisada. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Generalitat de Catalunya.
- CASTROVIEJO S, AEDO C (coord. gen.) (1986-2019) Flora iberica. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.

- FOLCH R (1986) La vegetació dels Països Catalans. (2ed.). Ketres. Barcelona. 541 pp.
- ICGC (2019) VISSIR. Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. Enllaç web: <http://www.icc.cat>.
- MERCADAL G (2019) Els prats de dall de la terra baixa catalana. Caracterització geobotànica, valoració agroambiental i estudi de les relacions fitosociològiques entre els prats dalladors de l'Europa occidental. Volum 3: vegetació i gestió praderia. Tesi doctoral. Universitat de Girona.
- MUCINA L, BÜLTMANN K, DIERBENM K, THEURILLAT JP, RAUS T, CARNI A, SUMBEROVÁ K, WILLNER W, DENGLER J, GAVILÁN R, CHYTRY M, HÁJEK M, PIETRO P DI, IAKUSHENKO D, PALLAS J, DANIELS FJA, BERGMEIER E, SANTOS A, ERMAKOV N, VALACHIVIC M, SCHAMINÉE JHJ, LYSENKO T, DIDUKH YP, PIGNATTI S, RODWELL JS, CAPELO J, WEBER HE, SOLOMESCH A, DIMAPOULUS P, AGUIAR C, HENNEKENS SM, TICHY L (2016) Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science*, 19(1): 3-264.
- PALLÍ L, BRUSI D (Eds.) (1992) El medi natural a les terres gironines. Girona: Diputació de Girona i Universitat de Girona. 226 pp.
- PALLÍ L, ROQUÉ C (2009) El patrimoni geològic de les terres gironines: 300 elements singulars. Diputació de Girona. Girona. 423 pp.
- RIVAS-MARTÍNEZ S, FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ F, LOIDI J, LOUSÀ M, PENAS A (2001) Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobotanica* 14: 5-341.
- Servei Meteorològic de Catalunya (1997) Atlas Climàtic de Catalunya. Generalitat de Catalunya.
- TISON JM, FOUCAULT, B DE (2014) Flora Gallica — Flore de France. Ed. Biotope. Mèze. 1196 pp.

Reportatge fotogràfic del dia de la sortida



Parada 2, prats de dall de Costoja (Vallespir). Estudi de l'associació *Odontito-Trifolietum*.



Parada 3, rocam al Puig del Casso, Albanyà (Alt Empordà). Estudi de la vegetació rupícola. Fotografia de la dreta cedida pel Dr. X. Font.

Llista de participants

Cognoms	Nom	Institució
Argagnon	Olivier	Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles
Benito Alonso	José Luis	Jolube Consultor Botánico y Editor
Bergès	Christophe	Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées
Boneta	Anna	Institut d'Estudis Andorrans
Bou Manobens	Jordi	Universitat de Girona
Bouteloup	Romain	Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon
Carnicero Campmany	Pau	University of Innsbruck
Carreras Raurell	Jordi	Universitat de Barcelona
Carrillo Ortuño	Empar	Universitat de Barcelona
Cenoz	Izaskun	Instituto Talaia BHI
Corriol	Gilles	Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées
Dao	Jérôme	Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées
de Barros	Guilhem	Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles
Durand	Bruno	Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées
Ferré Codina	Albert	Universitat de Barcelona
Font Castell	Xavier	Universitat de Barcelona
Garmendia Altuna	Joseba	Sociedad de Ciencias Aranzadi
Gavioli	Laura	Institut Botànic de Barcelona
Gesti Perich	Josep	Universitat de Girona
Gomez	Esther	Fédération des Réserves Naturelles Catalanes
Goux	Nicolas	Conservatoire d'espaces naturels de Midi-Pyrénées
Ibáñez Cortina	Neus	Institut Botànic de Barcelona
Illa Bachs	Estela	Universitat de Barcelona
Largier	Gérard	Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées
Llop Vallverdú	Esteve	Universitat de Barcelona
López Pujol	Jordi	CSIC
Marc	Daniel	Conservatoire d'espaces naturels de Midi-Pyrénées

Mendez	Sandra	Fédération des Réserves Naturelles Catalanes
Mercadal Corominas	Gabriel	Universitat de Girona
Mercadé López	Arnau	Universitat de Barcelona
Mestre Serra	Edgard	Universitat de Barcelona
Mítxelena Larrañaga	Anaïs	Sociedad de Ciencias Aranzadi
Molina	James	Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles
Nicolas	Goux	Conservatoire d'espaces naturels de Midi-Pyrénées
Niell Barrachina	Manuel	Institut d'Estudis Andorrans
Ninot Sugrañes	Josep M.	Universitat de Barcelona
Nualart Dexeus	Neus	Institut Botànic de Barcelona
Olicard	Ludovic	Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées
Otamendi Urbiztondo	Maddi	Sociedad de Ciencias Aranzadi
Pèlachs	Albert	Universitat Autònoma de Barcelona
Pladevall Izard	Clara	Institut d'Estudis Andorrans
Prud'homme	François	Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées
Rofes	Jordi	Generalitat de Catalunya
Romo Díez	Angel	Institut Botànic de Barcelona
Roquet Ruiz	Cristina	Universitat Autònoma de Barcelona
Sáez	Llorenç	Universitat Autònoma de Barcelona
Sánchez Morales	Marc	Universitat Autònoma de Barcelona
Sanz Azkue	Iñaki	Sociedad de Ciencias Aranzadi
Sirvent	Laure	Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles
Soriano Tomàs	Ignasi	Universitat de Barcelona
Vilar Sais	Lluís	Universitat de Girona
Viñas Teixidor	Xavier	Universitat de Girona

