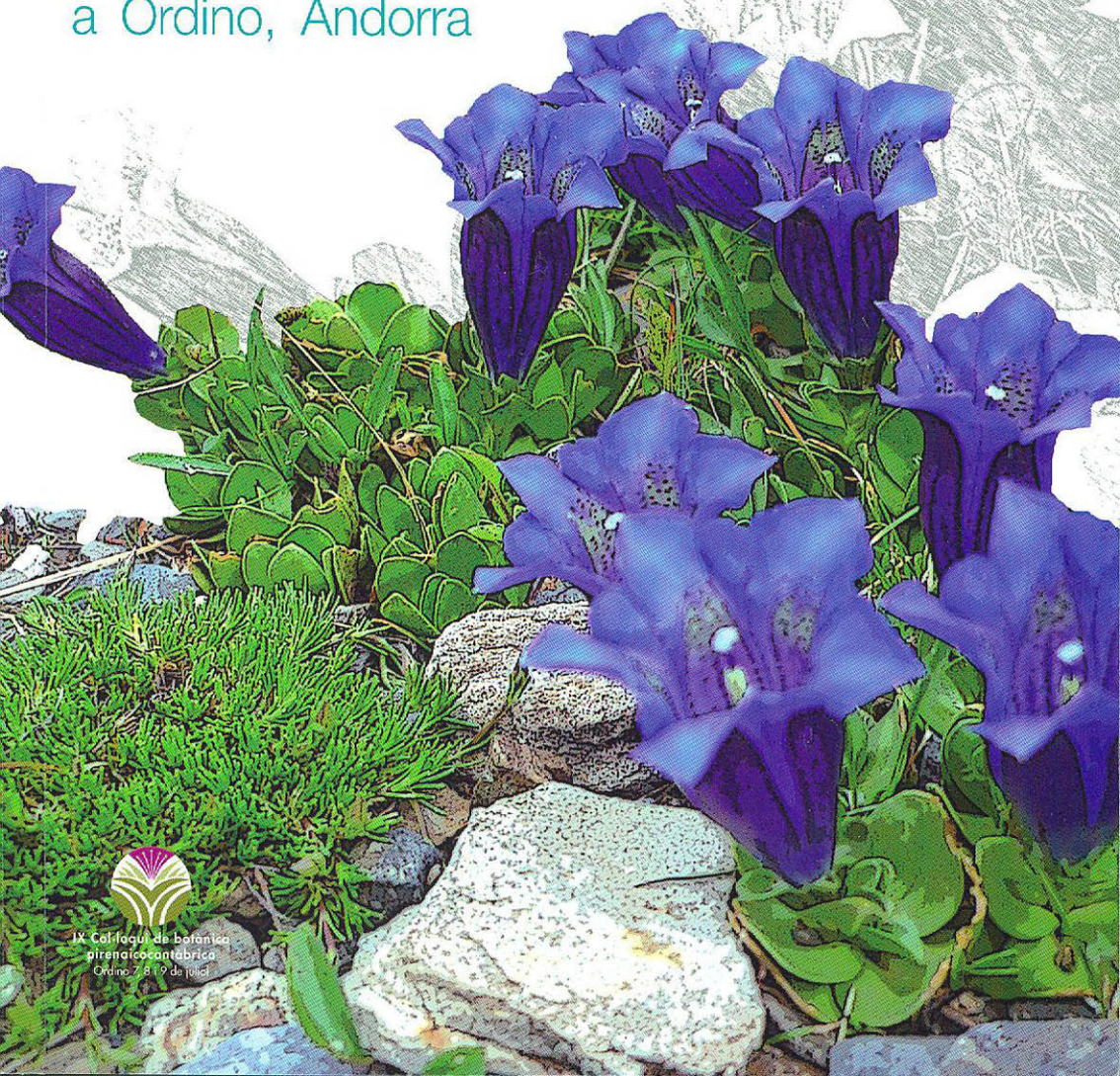


Monografies del Cenma

Botànica Pirenaico-cantàbrica

Actes del IX Col·loqui Internacional
de Botànica Pirenaico-cantàbrica
a Ordino, Andorra



IX Col·loqui de botànica
pirenaico-cantàbrica
Ordino, 7-8 i 9 de juliol

Botànica Pirenaico-cantàbrica

Actes del IX Col·loqui Internacional
de Botànica Pirenaico-cantàbrica
a Ordino, Andorra



CONSELL EDITORIAL

Josep M. Ninot (editor)
Empar Carrillo
Xavier Font
Ignasi Soriano
Joan Vallès
Marta Domènech
Manel Niell

REVISORS CIENTÍFICS

Carmen Acedo (Universitat de León), Idoia Biurrun (Universitat de Bilbao), Montserrat Brugués (Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra), Jordi Carreras (Universitat de Barcelona), Empar Carrillo (Universitat de Barcelona), Josep A. Conesa (Universitat de Lleida), José A. Fernández Prieto (Oviedo), Xavier Font (Universitat de Barcelona), Daniel Gómez (Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC, Jaca), Mercedes Herrera (Universitat de Bilbao), Félix Llamas (Universitat de León), Ramon M. Masalles (Universitat de Barcelona), Josep M. Ninot (Universitat de Barcelona), F. Xavier Sans (Universitat de Barcelona), Ignasi Soriano (Universitat de Barcelona), Joan Vallès (Universitat de Barcelona), Luis Villar (Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC, Jaca).

© Centre d'Estudis de la Neu i de la Muntanya d'Andorra (CENMA)
de l'Institut d'Estudis Andorrans (IEA)
Primera edició: maig del 2011
Dipòsit legal: L-293-2011
ISBN: 978-99920-2-058-6
Impressió: Arts Gràfiques Bobalà S L
www.bobala.cat
Relligat: Enquadernacions Prats XXI S L

«- imprès a lleida -»

Qualsevol forma de reproducció, distribució, comunicació pública o transformació d'aquesta obra només es pot fer amb l'autorització dels seus titulars, llevat de l'excepció prevista per la llei. Adreceu-vos a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, <www.cedro.org>) si necessiteu fotocopiar, escanejar o fer còpies digitals de fragments d'aquesta obra.

Presentació

Seguidament trobareu un bon recull de treballs sobre flora i vegetació de la serralada Pirinenca i Cantàbrica. És fruit del treball de nombrosos investigadors espanyols, francesos i andorrans, que any rera any dediquen part de la seva vida a enriquir i a fer més gran el coneixement de les plantes que viuen a la muntanya cantàbrica i als Pirineus. Molts dels autors dels treballs, a més, han contribuït amb la seva continuïtat a consolidar els Col·loquis de Botànica Pirenaico-cantàbrica. Fa 24 anys que es va celebrar el primer d'aquests Col·loquis a la Cabanassa (Alta Cerdanya, França), de manera que podem afirmar que ja han esdevingut tota una tradició. Malgrat els anys transcorreguts, el recull que avui us presentem palesa la vivor d'aquests col·loquis, que a més de fomentar la dedicació i la motivació dels investigadors contribueixen a mantenir el diàleg científic.

El juliol del passat 2010 Ordino va acollir la IXena edició dels Col·loquis de Botànica Pirenaico-cantàbrica, celebrats per primer cop al Principat d'Andorra. Hi van assistir prop d'un centenar de participants, la majoria dels quals van fer aportacions científiques, en format oral o pòster. De tots, la majoria han presentat llurs treballs per ser publicats en aquest recull. En total són 49 treballs: 12 que pertanyen a la temàtica de florística, 8 a la de taxonomia, 3 a la de fitosociologia, 2 a la d'etnobotànica, 14 a la de conservació, i 10 a la d'ecologia. Entre aquests darrers, bona part s'emmarquen en la temàtica específica *Long Term Ecological Research* (LTER), que es basa en el seguiment de la biota i dels hàbitats a llarg termini. Amb aquesta nova incorporació s'han enriquit els Col·loquis amb una línia de recerca que busca resposta a un dels grans reptes actuals, com és l'avaluació dels efectes del canvi global.

Esperem que el recull sigui del vostre interès i que representi l'estat actual del coneixement de la flora i la vegetació de les muntanyes pirinenques i cantàbriques.

Voldriem que aquesta monografia fos un petit homenatge a l'organitzador del primer Col·loqui i impulsor de la seva continuïtat, el professor André Baudière, traspasat recentment. El seu mestratge científic ens ha de guiar en el futur desenvolupament de la botànica de muntanya.

Aplicación del índice PriCon, de Prioridad de Conservación, a la flora del municipio de Ponferrada (León, España)

Carmen Acedo^{1*}, Carmen Lence¹, Ana Molina¹,
Alicia Alonso¹ & Félix Llamas¹

.....

ABSTRACT

Application of PriCon index of conservation priority to the flora of the municipality of Ponferrada (León, Spain)

The plant species of Ponferrada, a Spanish municipality of the northwest of the Iberian Peninsula, were ranked according to their conservation priority. We applied an objective method for assessing the most important species and for prioritizing species and populations for conservation, taking into consideration a set of nine variables. Some of these variables resulted in the PriCon index (endemicity, threat and rarity), but so the restricted distribution, the protection at local, national and global levels, fragility (related with habitat rarity and habitat loss and the conservation local interest). Each variable was categorized into different ranks (two to four). Some 1,100 species of plants living in the municipality were assessed to select one hundred with conservation priority, which are local and Iberian endemics, with geographic ranges restricted to Montes Aquilianos. Regionally protected and rare plants are scarcely present in this area. Effective protection of these species requires measures directed at the conservation of their habitats. Finally, according to the result we select the most important areas in the Municipality to conservation.

Key words: interesting plants, conservation priorities, endemicity, threat, rarity

RESUMEN

Las especies de plantas de Ponferrada, un municipio español situado en el noroeste de la Península Ibérica, fueron categorizadas por su prioridad de conservación, mediante un método objetivo que valora y prioriza especies y poblaciones para su conservación. Se tuvieron en consideración nueve variables. Algunas de ellas (endemicidad, amenaza y rareza) ya usadas previamente en el índice PriCon, además de distribución restringida, la protección -a nivel regional, nacional y global- existente para algunos táxones, su fragilidad (medida como rareza de los hábitats en los que viven y pérdida o alteración) y el interés local para la conservación. Cada variable fue categorizada en diferentes rangos (dos a cuatro). Casi 1.100 especies de plantas que viven en el municipio fueron valoradas para seleccionar las cien especies prioritarias para la conservación, que resultaron ser endemismos locales e ibéricos, muchos de ellos con rango geográfico restringido a los *Montes Aquilianos*, además de plantas protegidas a nivel regional o nacional, y

1. Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental (Botánica). Campus de Vegazana. Universidad de León. E-24071 León (España)

*c.acedo@unileon.es

otras plantas raras por encontrarse muy escasamente representadas en el área de estudio. La protección efectiva de estas especies requerirá medidas directas de conservación de sus hábitats. Finalmente, y de acuerdo con los resultados hemos seleccionado las regiones más importantes del municipio para la conservación.

Palabras clave: plantas de interés; prioridad de conservación, endemidad, amenaza, rareza

Introducción

ANTECEDENTES

La selección de prioridades para la conservación, en particular a nivel de especie se ha centrado preferentemente en listar y categorizar especies en base a su nivel de amenaza o peligro de extinción. Para evaluar métodos de categorización de forma subjetiva se han desarrollado diversas propuestas (Abellán *et al.* 2005), algunos de ellos relacionados con el presente trabajo (Jiménez-Alfaro *et al.* 2007 o Llamas *et al.* 2007a, 2009).

ÁREA DE ESTUDIO

El municipio de Ponferrada, con sus 283,45 km² se sitúa en el NW de la Península Ibérica en el cuadrante noroccidental de la provincia de León, enclavado en el valle de El Bierzo que está limitado por los montes Galaico-Astures al N y NW, y por los montes de León al S. En la misma ciudad existen ciertas diferencias de altitud. En el municipio, la zona más baja corresponde al valle del río Sil situado a 500 m., mientras que las zonas de alta montaña alcanzan cotas superiores a los 2.000 m.s.n.m. Por encontrarse resguardado, el municipio de Ponferrada posee un clima templado y esencialmente húmedo, con oscilaciones muy marcadas en las temperatura (media de las mínimas 1,8 °C y media de las máximas 28,7 °C) y muy poca insolación. Las heladas tienen lugar durante un periodo de tiempo corto y siempre en los meses de invierno muy esporádicamente en primavera en la zona más baja. El aislamiento orográfico protege esta zona de los vientos fríos del Norte, aunque son abundantes los de dirección W y NW, que aportan gran nubosidad. Además, en lo que al sustrato se refiere es de destacar la presencia de afloramientos calizos puntuales en un entorno eminentemente silicícola. Estas variaciones tan acusadas, dan como resultado una elevada diversidad florística.

OBJETIVOS

En el marco del Convenio específico suscrito entre el Ayuntamiento de Ponferrada y la Universidad de León, se planteó el desarrollo del proyecto *Flora de Interés del Municipio de Ponferrada*, cuyo objetivo final era la selección de la Lista TOP100 de flora de interés presente en el municipio que se presenta en este trabajo.

Material y métodos

Para realizar este trabajo se elaboró un catálogo de flora vascular del Municipio, mediante prospecciones en campo durante los años 2008-2010, y se completó con datos bibliográficos (se revisó toda la bibliografía que podía incluir datos del territorio, no se incluye aquí por extensa) y obtenidos en herbarios públicos (LEB, MA, SANT). La mayoría de las zonas fueron muestreadas tres o cuatro veces y las visitas realizadas en diferentes épocas del año para asegurar la obtención de toda la información relevante del municipio. Testigos de las poblaciones de interés fueron depositados en el herbario público Dr. Jaime Andrés Rodríguez de la Universidad de León (LEB). Se obtuvo así, un listado de casi 1100 táxones.

SELECCIÓN DE FLORA DE INTERÉS

Partiendo de la lista de flora del Municipio, se realizó una valoración aplicando el índice PriCon (Llamas *et al.* 2009) sumatorio de los criterios: amenaza, endemidad, rareza, distribución y protección regional, con algunas modificaciones. Alguno de estos criterios fue sustituido y se incorporaron otros adaptados al estudio para poner en valor la flora local o más rara del Municipio. Así el criterio endemidad fue sustituido por *Distribución Restringida*, que podría entenderse en un sentido equivalente, puesto que se refiere al tamaño del área de distribución general del taxon.

Amenaza (AME). Especies amenazadas de acuerdo con las categorías IUCN (2001) asignadas la lista roja española (Moreno 2008). Se valoró de 0-10, de acuerdo con las siguientes equivalencias propuestas por Llamas *et al.* (2009) en las que subjetivamente se asignan los valores más altos a las plantas amenazadas, y se incluyen con una puntuación más baja aquellas otras incluidas en las listas rojas:

- 10 = En Peligro Crítico (CR)
- 7 = En Peligro (EN)
- 5 = Vulnerable (VU)
- 2 = Casi Amenazada (NT)
- 1 = Datos insuficientes (DD)
- 0 = Plantas no incluidas en la lista roja española

Distribución restringida (D/R). Se consideraron táxones de distribución restringida o con un estrecho rango geográfico aquellos cuya área de distribución es igual o menor al noroeste ibérico, modificando así la propuesta de Partel *et al.* (2005), quienes aplicaban este criterio a los táxones de distribución europea o menor. En otros casos los táxones fueron clasificados como de amplio rango geográfico.

- 10 = Muy restringida (NW Ibérica o menor)
- 5 = Media (europea)
- 0 = No restringida (ámbito mayor)

TABLA 1. Categorías y valores de corte transformado en escala de 0 a 10 para PRE, PRINI y PRICon, y Valor Final de prioridad de conservación, con indicación del número de táxones en cada categoría.

Categorías e intervalos	Pre	PrIni	PriCon	VF
1. Prioridad Muy Alta (>7)	8	7	2	3
2. Prioridad Alta (5-7)	47	5	6	6
3. Prioridad Media (2,5)-5	49	92	96	95

Rareza (RAR). La rareza se ha valorado teniendo en cuenta el número de localidades conocidas para ese taxon en el territorio de estudio. Así se asignan los valores recogidos en la tabla 1.

- 10 = Muy Rara en el territorio (1-3 poblaciones)
- 7= Rara (4-5 poblaciones)
- 5 = Escasa (5-10 poblaciones)
- 3= Frecuente (10-20 poblaciones)
- 0 = Abundante (a ningún taxon listado se le asignó el valor 0, pues sólo tiene sentido cuando se trabaje con listados generales de flora de un territorio. En este caso concreto ninguno de los táxones reúne esta particularidad, pues trabajamos sólo con la flora de interés poco frecuente)

RESPONSABILIDAD (RES). Cuantifica la *obligación de conservación* de un taxon de acuerdo con su importancia o exclusividad a nivel territorial, con la siguiente categorización:

- 10 = *Responsabilidad exclusiva.* Flora regionalmente característica y exclusiva de este territorio, su conservación es responsabilidad exclusiva
- 7 = *Responsabilidad principal.* Flora regionalmente característica pero no exclusiva (presente en otras comunidades autónomas, con las que se comparte puntualmente la responsabilidad)
- 5 = *Responsabilidad compartida.* Corresponde a táxones presentes de forma semejante en varios territorios
- 3 = *Responsabilidad secundaria.* Flora con presencia puntual en el territorio en análisis, característica de otras regiones y en otros países con los que se comparte la resposabilidad en la conservación de este táxon, pero que son los que presentan una responsabilidad principal en su conservación.
- 1 = *Otra responsabilidad*
- 0 = Sin responsabilidad. No aplicable en este caso

Protección Nacional (Pn). Como consecuencia de las diferencias existentes entre la protección regional y la legislación nacional actualizada con posterioridad a la publicación del Decreto se priorizaron los táxones protegidos:

- Incluidas en anexos Ley 42/2007 = 10
- No incluidas = 0

Protección Internacional (Pi). Igualmente se ponderó la presencia en propuestas internacionales:

Incluidas en Directiva 92/43= 10, (no fue categorizada la inclusión en los anexos CITES, aunque pueda llegar a considerarse una forma de protección).

- No = 0

Fragilidad ecológica (Fe). se asignaron los valores más altos a aquellos táxones propios de ecosistemas acuáticos, comunidades de alta montaña, inestables, etc.:

- Muy frágiles = 10
- Baja = 1
- Fragilidad media = 5
- Nula = 0

Interés Local (Il). Para resaltar el interés de la flora y marcar las diferencias entre la categorización de los diferentes táxones, todos aquellos que presentaban alguna particularidad que pudiera resultar de interés (amenazados, endémicos, de distribución restringida, protegidos, etc.) fueron ponderados de acuerdo a este criterio del siguiente modo:

- Alto = 10
- Bajo = 1
- Medio = 5
- Nulo = 0 (Flora exótica)

Valor Final (Vf). Se obtiene como sumatorio de todos los valores parciales de los diferentes criterios. Para catalogar este valor se transformaron los valores obtenidos para Valor Final en una escala de 0 a 10, y se establecieron 3 clases de interés según se indica en la tabla 1.

Resultados y discusión

LISTADO DE FLORA DE INTERÉS DEL MUNICIPIO

La flora del municipio de Ponferrada incluye unos 1.100 táxones, de los cuales 80 son exóticos que se encuentran naturalizados (Acedo & Llamas 2007). Del resto, y tras la valoración realizada se han seleccionado 104 táxones cuyo valor final de Prioridad de Conservación en el municipio alcanza al menos 21 puntos de los 90 que, como máximo, pueden asignarse en la valoración. Estos 104 táxones configuran la lista de táxones de interés del Municipio y representan casi el 10% de los 1100 que fueron incluidos en la valoración. Este grupo de táxones deberían ser tenidos en cuenta en futuras investigaciones sobre su estatus de amenaza, la biología de reproducción y los métodos más adecuados para su conservación *in situ* y *ex situ*.

En la lista de interés hemos establecido las categorías o niveles de prioridad propuestas por Llamas *et al.* (2009), de modo que si transformamos los índices empleados en la valoración y selección de las plantas prioritarias en una escala del 1 al 10, obtenemos resultados detallados en el anexo. Llama la atención que los valores más altos no superan 70 puntos, como resultado del desacuerdo entre los diferentes niveles de protección en la mayoría de los casos, o la menor fragilidad o amenaza a que están sometidos algunos táxones.

Uno de los primeros resultados que llaman la atención es el diferente número de táxones priorizados en función de los criterios que se empleen. En nuestra valoración detectamos que teniendo en cuenta solo alguno de los criterios incluido en la priorización se reducen notablemente el número de táxones listados: así, si solo consideramos Plantas Catalogadas, la lista incluye 27 táxones protegidos a diferentes niveles: 18 de ellos a nivel regional por aparecer listados en los anexos del Decreto 63/2007 de Flora Protegida y Microrreservas de Flora de Castilla y León, algunos con la máxima categoría de protección. Se incluyen entre los protegidos 9 táxones protegidos por la Legislación nacional (Ley 42/2007), y 6 recogidos en anexos de la Directiva 92/43. Además, podríamos considerar sujetas también a la legislación internacional 8 especies de orquídeas que viven en el Municipio, protegidas del comercio por estar listadas en el anexo II de CITES.

En lo que se refiere a táxones amenazados de acuerdo con los criterios y categorías IUCN (IUCN 2001) en el municipio están presentes de 12 táxones incluidos en la Lista Roja Española (Moreno 2008).

Si consideramos los endemismos de distribución muy restringida, la lista incluye 13, alguno casi de ámbito local como *Gyrocarium oppositifolium* con una sola población conocida, u otros como *Geranium dolomiticum* que vive solo en dos poblaciones bercianas y una de ellas se localiza en el Municipio (Los Doce Apóstoles), endemismos casi locales o de una parte de los Montes Aquilianos, como o *Primula elatior* subsp. *bergidensis* o *Androsace centroiberica* subsp. *maragatorum*. Además, se incluyen entre la Flora de Interés otros 44 de más amplia distribución pero raros en el Municipio como *Armeria cantabrica*, o *Eryngium durieui*.

La mayoría de los táxones con valor alto o muy alto de Prioridad de Conservación, presentan además un valor muy alto de Responsabilidad, valor resultante de los valores de Amenaza, rareza y en nuestro caso distribución restringida (que sustituye al criterio endemidad categorizado en el índice PriCon propuesto por Llamas *et al.* (2009). La conservación de especies con altos valores de preocupación y responsabilidad no siempre corresponden a un alto valor en los criterios de protección.

Valores de Prioridad

A modo de conclusión se presenta un resumen sintético de los valores finales de prioridad que permite comprender fácilmente las categorías de prioridad. Los valores de corte, son una vez simplificados (a una escala de 0 a 10) 7, 5 y 2'5 nos permiten establecer las tres categorías de prioridad que se reconocen (muy alta, alta y media). Táxones con valores inferiores (que corresponden a aquellos inferiores a 2.5) presentarán prioridad final de conservación baja, y por ello no se incluyeron en la lista. Este resumen se recoge en la tabla 1.

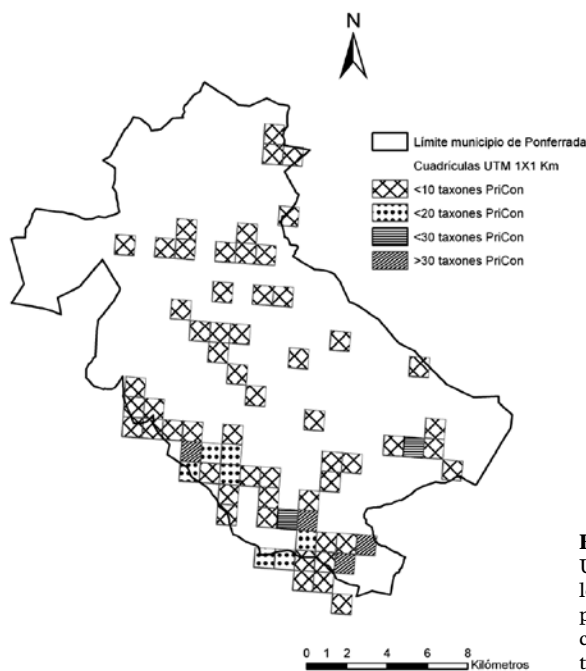


FIGURA 1. Mapa de cuadrados UTM 1x1km del municipio en los que están presentes plantas prioritarias para la conservación, categorizados por número de táxones.

ZONAS DE MÁXIMO INTERÉS BOTÁNICO EN EL MUNICIPIO

El Municipio de Ponferrada es un territorio de alta diversidad florística que cuenta con varias zonas de Máximo Interés, que hemos definido teniendo en cuenta la presencia de táxones PriCon en cada cuadrado (fig. 1): 69 cUTM1x1 km, que representan el 24% de la superficie del municipio. Los cUTM de máximo interés serían las siguientes:

4 cUTM con más de 30 táxones con prioridad de conservación. Las zonas de máximo interés en el municipio son: 29TPH9702 (Los Apóstoles), 29TQG0399

(Peñalba de Santiago: Mirador), 29TQG0597 (El Morredero: cabecera del Valle de los Canalones), 29TQG0698 (Teso del Acebo).

2 cUTM con menos de 30 táxones con prioridad de conservación: 29TQG0299 (Peñalba de Santiago), 29PQH0803 (Palacios de Compludo).

7 cUTM con menos de 20 táxones con prioridad de conservación: 29TPH9701 (La Guiana), 29TPH9802 (Las Furnias), 29TPH9901 y 29TPH9902 (Montes de Valdeuza), 29TQG0197 (EL Morredero: Silla de la Yegua), 29TQG0297 (EL Morredero: Cabeza de la Yegua), 29TQG0397 (EL Morredero: Arroyo de la Yegua).

56 cUTM con menos de 10 táxones con prioridad de conservación. En los que se localizan poblaciones de plantas de interés (ver fig. 1).

Las zonas de máximo interés para la conservación se encuentran en los afloramientos calizos que albergan más del 30% de la flora de interés listada Los Apóstoles, Peñalba de Santiago: Mirador, y en las zonas silíceas la cabecera del Valle de los Canalones en El Morredero, y El Teso del Acebo, donde además de flora silicícola, existen especies calcícolas (en pico Reina) y acuáticas (en laguna Utrera) de interés. Es de destacar el interés del entorno de la ciudad de Ponferrada, donde se han encontrado poblaciones de unas 10 especies de interés.



Figura 2. Mapa de cuadradas UTM 1x1km del municipio en los que están presentes plantas protegidas, resaltados sobre los cuadrados priorizados en la valoración final.

Si analizamos la localización de los táxones protegidos, teniendo en cuenta el número de táxones presentes en cada cuadrado, definimos las siguientes zonas de máximo interés (fig. 2) y que ya han sido listadas entre las seleccionadas por su flora de interés para la conservación. En cualquier caso, estas plantas y los hábitats donde viven deberán ser preservadas de acuerdo con el Decreto 63/2007 o la Ley de Biodiversidad 42/2007 que lo regulan. 41 cUTM 1x1km de los 69 en los que viven táxones PriCon, albergan poblaciones de especies protegidas y deberán por tanto ser preservadas:

4 cUTM 1x1 km albergan poblaciones de **7** especies protegidas. 29TPH9702 (Los Apóstoles), 29TQG0597 (El Morredero: cabecera del Valle de los Canales), 29TQG0698 (Teso del Acebo), 29TPH9902 (Montes de Valdeusa).

1 cUTM 1x1km alberga poblaciones de **6** especies protegidas. 29PQH0803 (Palacios de Compludo.)

1 cUTM 1x1km albergn poblaciones de **5** especies protegidas. 29TQG0299 (Peñalba de Santiago).

2 cUTM 1x1km albergan poblaciones de **4** especies protegidas. 29TPH9802 (Las Furnias), 29TQG0399 (Peñalba de Santiago: Mirador).

2 cUTM 1x1km albergan poblaciones de **3** especies protegidas. 29TPH9901 y (Montes de Valdeusa), 29TQG0297 (EL Morredero: Cabeza de la Yegua),

8 cUTM 1x1km albergan poblaciones de **2** especies protegidas. 29TPH9512 (El Pajariel), 29TQG0197 (EL Morredero: Silla de la Yegua), 29TQG0199 (Peñalba de Santiago), 29TQH0114 (Embalse de Montearenas), 29TQG0398 (EL Morredero: Arroyo de la Yegua), 29TQH0304 (San Cristobal de Valdeusa), 29TQG0598 (EL Morredero), 29TQH0100 (Peñalba de Santiago).

23 cUTM 1x1km albergan poblaciones de **1** especie protegida. 29TPH9312 (La Martina), 29TPH9403 (Campo de las Danzas), 29TPH9612 (El Pajariel), 29TPH9807 (Villanueva de Valdeusa), 29TPH9808 (San esteban de Valdeusa), 29TPH9906 (Valdefrancos), 29TPH9912 (Campo), 29TPH9913 (Ponferrada), 29TPG9999 (Pico Tésón), 29TQG0397 (El Morredero), 29TQG0496 (Puerto de los Portillinos), 29TQG0497 y 29TQG0498 (El Morredero), 29TQG0595 (El Morredero: Campa de las Ovejas), 29TQH0001 (Montes de Valdeusa), 29TQH0005 (San Clemente de Valdeusa), 29TQH0010 (Salas de los Barrios), 29TQH0101 (Montes de Valdeusa), 29TQH0117 (Embalse de Bárcena), 29TQH0300 (Peñalba de Santiago: El Corón), 29TQH0402 (El Morredero), 29TQH0904 (Pico Cueto), 29TQH1002 (Pico Becerril).

Las zonas de máximo interés de acuerdo con la presencia de táxones protegidos definidas en el municipio (41 cUTM 1x1km) suponen el 24% de la superficie del mismo. Ello hace factible la posibilidad de conservar gran parte importante del patrimonio natural: en este caso la flora. Para ello, estos resultados deberían ser tenidos en cuenta en cualquier actuación que se planee efectuar en los territorios

del Municipio, ya que el listado de la flora protegida incluido en la legislación actual tiene vinculación legal, por lo que actuaciones irresponsables en zonas de máximo interés como es el caso de Los Apóstoles (que cuenta con más de 30 especies de interés para la conservación, entre ellas 7 especies protegidas por el Decreto 63/2007, no deberían realizarse actuaciones inadecuadas para la conservación como las que ya existen en el entorno (Fig. 3).

Por último, queremos manifestar que el siguiente paso sería realizar seguimientos periódicos de los táxones listados, para conocer sus fluctuaciones, y corroborar los resultados que hemos obtenido con nuestro análisis con otros grupos de organismos bioindicadores que nos permitan afinar y seleccionar las unidades relevantes para la conservación del territorio.

Agradecimientos

Deseamos manifestar nuestro agradecimiento a la Junta de Castilla y León, que mediante el proyecto LE030A08 subvenciona parcialmente nuestro trabajo. Al Ayuntamiento de Ponferrada, por el Convenio Específico con la Universidad de León para la elaboración de la *Flora de Interés del Municipio de Ponferrada* y al personal de los herbarios consultados (LEB, MA, SANT).

Bibliografía

- ABELLÁN, P., SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ, D., VELASCO, J. & MILLAN, A. 2005. Assessing conservation priorities for insects: status of water beetles in southeast Spain. *Biological Conservation* 121(1): 79-90.
- Decreto 63/2007 de *Flora Protegida y Microrreservas de flora de Castilla y León*.
- 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
- IUCN. 2001. *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1*. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. ii + 33 pp.
- JIMÉNEZ-ALFARO, B., BUENO SÁNCHEZ A. & FERNÁNDEZ PRIETO, J. A. 2007. Valoración de plantas de interés para la conservación en Asturias a través de un Índice de Responsabilidad. *Naturalia Cantabricae* 3: 25-36.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. B.O.E. 299(21490): 51275-51327.
- LLAMAS, F., ACEDO, C., ALONSO, R., LENCE, C., DEL RÍO, S. & FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, A. 2003. Flora leonesa amenazada. *Acta Bot. Barcin.* 49: 53-66.
- LLAMAS, F., ACEDO, C., LENCE, C. & MOLINA, A. 2009. Prioridades de Conservación de Flora Cantábrica de Interés en Castilla y León. In: Llamas, F. & Acedo, C. (eds.), *Botánica Pirenaico-Cantábrica en el siglo XXI*: 191-218 Área Publ. Univ. León, León.
- LLAMAS, F., ACEDO, C., LENCE, C., ALONSO, R., MOLINA, A. & CASTRO, V. 2007. Flora cantábrica de Interés en Castilla y León. *Naturalia Cantabricae* 3: 57-78.
- MAIORANO, L., FALCUCIA, A. & BOITANIA, L. 2006. Gap analysis of terrestrial vertebrates in Italy: Priorities for conservation planning in a human dominated landscape. *Biological Conservation* 133: 455-473.

MORENO, J.C. (Coord.) 2008. *Lista Roja 2008 de la flora vascular española*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, y Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas), Madrid, 86 pp.

PARTEL, M., KALAMEES, R., REIER, U., TUVI, E.-L., ROOSALUSTE, E., VELLAK, A. & ZOBEL, M. 2005. Grouping and prioritization of vascular plant species for conservation: combining natural rarity and management need. *Biological Conservation* 123: 271-278.

Anexo. Listado de flora de interés del Municipio y Valoración de cada criterio empleado. AME: Amenaza, D/R: Distribución restringida, RAR: rareza, PRE: Preocupación, RES: Responsabilidad, PRIINI: Prioridad Inicial, PR: Protección regional, PN: Protección Nacional, PI: Protección Internacional, PriCON: Prioridad de Conservación, F: Fragilidad, IL: Interés local, VF: Valor final.

Nombre del taxon	AME	D/R	RAR	PRE	RES	PriINI	PRG	PN	PI	PriCON	F	IL	VF
<i>Geranium dolomiticum</i> Rothm.	10	10	10	30	10	40	10	0	0	50	10	10	70
<i>Gyrocarum oppositifolium</i> B.Valdés	10	10	10	30	10	40	10	0	0	50	10	10	70
<i>Armeria rothmaleri</i> Nieto Feliner	5	10	10	25	10	35	8	0	0	43	10	10	63
<i>Campanula adurgens</i> Leresche & Levier	2	10	10	22	10	32	8	0	0	40	10	10	60
<i>Rhamnus legionensis</i> Rothm.	5	10	10	25	10	35	5	0	0	40	10	10	60
<i>Santolina semidentata</i> (Hoffmanns. & Link) V. Bermejo	0	10	5	15	1	16	5	10	10	41	0	10	51
<i>Festuca summilusitana</i> Franco & Rocha Afonso	0	10	5	15	5	20	0	10	10	30	5	5	50
<i>Narcissus asturiensis</i> (Jord.) Pugsley	0	10	5	15	1	16	3	0	10	29	10	10	49
<i>Fritillaria legionensis</i> Llamas & Andrés	5	10	7	22	1	23	5	0	0	28	10	10	48
<i>Sesamoides minor</i> (Lange) Kuntze	2	10	5	17	1	18	0	0	10	28	10	10	48
<i>Cardamine gallaecica</i> (M. Laínz) Rivas-Mart. & Izco	5	10	5	20	1	21	5	0	0	26	10	10	46
<i>Festuca elegans</i> Boiss	0	10	5	15	1	16	0	10	10	36	5	5	46
<i>Ranunculus parnassifolius</i> subsp. <i>cabrerensis</i> Rothm	0	10	7	17	1	18	5	0	0	23	10	10	43
<i>Armeria caballeroi</i> (Bernis) Donadille	5	10	7	22	1	23	0	0	0	23	10	10	43
<i>Leontodon farinosus</i> Merino & Pau	5	10	10	25	10	35	0	0	0	35	0	5	40
<i>Primula eliator</i> subsp. <i>bergidensis</i> A. Kress	0	10	10	20	10	30	0	0	0	30	5	5	40
<i>Narcissus primigenius</i> (Fdez. Suárez ex M. Laínz) F. Casas & M. Laínz	0	10	5	15	1	16	3	0	0	19	10	10	39
<i>Androsace centroiberica</i> subsp. <i>maragatorum</i> Kress	0	5	5	10	1	11	0	0	0	11	10	5	26
<i>Erodium gladiosum</i> (Cav.) Willd	0	10	7	17	1	18	0	0	0	18	10	10	38
<i>Sideritis hyssopifolia</i> Obón & Rivera	2	10	7	19	1	20	3	0	0	23	5	10	38
<i>Genista sanabrensis</i> Valdés Berm., Castrov. & Casaseca	0	0	7	7	10	17	5	0	0	22	10	5	37
<i>Armeria duriaei</i> Boiss. in D.C	0	10	5	15	1	16	0	0	0	16	10	10	36
<i>Eryngium duriaei</i> Gay ex Boiss.	0	10	5	15	1	16	0	0	0	16	10	10	36

Nombre del taxon	AmE	D/R	RAR	PRE	RES	PrIIN	PRG	PN	PLN	PrICon	F	IL	VF
<i>Myosoton aquaticum</i> Moench	5	0	5	10	1	11	5	0	0	16	10	10	36
<i>Gentiana lutea</i> subsp. <i>aurantiaca</i> M. Laínz	0	10	5	15	1	16	3	0	0	19	5	10	34
<i>Armeria cantabrica</i> Boiss. & Reuter ex Willk	0	10	7	17	1	18	0	0	0	18	10	5	33
<i>Crepis albida</i> subsp. <i>asturica</i> (Lacaita & Pav) Babc.	0	10	7	17	1	18	0	0	0	18	10	5	33
<i>Draba aizoides</i> subsp. <i>cantabrieae</i> (M. Laínz) Webb ex Christ	0	10	7	17	1	18	0	0	0	18	10	5	33
<i>Festuca burnatii</i> St.-Yves	0	10	7	17	1	18	0	0	0	18	10	5	33
<i>Hieracium bombycinum</i> (Boiss. & Reut.) Zahn.	0	10	7	17	1	18	0	0	0	18	10	5	33
<i>Matthiola perennis</i> Conti	0	10	7	17	1	18	0	0	0	18	10	5	33
<i>Pritzelago alpina</i> subsp. <i>auerswaldii</i> (Willk) Greuter & Bur	0	10	7	17	1	18	0	0	0	18	10	5	33
<i>Sempervivum vicentei</i> A. Huber	0	10	7	17	1	18	0	0	0	18	10	5	33
<i>Teesdaliopsis conferta</i> (Lag.) Rothm.	0	10	7	17	1	18	0	0	0	18	10	5	33
<i>Betula celtiberica</i> Rothm. & Vasc	0	10	5	15	1	16	0	0	0	16	5	10	31
<i>Dianthus langeanus</i> Willk.	0	10	5	15	1	16	0	0	0	16	10	5	31
<i>Erysimum linifolium</i> (Pourr. ex Pers.) J. Gay	0	10	5	15	1	16	0	0	0	16	10	5	31
<i>Genista obtusiramea</i> Gay ex Spach.	0	10	5	15	1	16	0	0	0	16	10	5	31
<i>Hispidella hispanica</i> Barnades ex Lam.	0	10	5	15	1	16	0	0	0	16	10	5	31
<i>Linaria alpina</i> (L.) Miller subsp. <i>alpina</i>	0	5	5	10	1	11	0	0	0	11	10	10	31
<i>Paeonia broteroi</i> Boiss. & Reuter	0	5	5	10	1	11	0	0	0	11	10	10	31
<i>Pedicularis schizocalyx</i> (Lange) M. Laínz	0	10	5	15	1	16	0	0	0	16	10	5	31
<i>Saxifraga lepismigena</i> Planellas	0	10	5	15	1	16	0	0	0	16	10	5	31
<i>Trisetum hispidum</i> Lange	0	10	5	15	1	16	0	0	0	16	10	5	31
<i>Armeria langei</i> s.l.	0	10	5	15	5	20	0	0	0	20	5	5	30
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	0	0	0	0	1	1	3	0	10	14	5	10	29
<i>Agrostis tileni</i> G.Nieto Feliner & S.Castroviejo	0	10	7	17	1	18	0	0	0	18	5	5	28
<i>Leucanthemum ircuitianum</i> Vogt subsp. <i>pseudosylvaticum</i> Vogt	0	10	7	17	1	18	0	0	0	18	5	5	28
<i>Odontites viscosus</i> (L.) Clairv	0	10	7	17	1	18	0	0	0	18	5	5	28
<i>Potentilla asturica</i> Rothm.	0	10	7	17	1	18	0	0	0	18	5	5	28
<i>Sedum candollei</i> (DC.) D.A. Webb	0	5	7	12	1	13	0	0	0	13	10	5	28
<i>Veronica fruticans</i> subsp. <i>cantabrica</i> Laínz	0	10	7	17	1	18	0	0	0	18	5	5	28
<i>Antennaria dioica</i> (L.) Gaertner	0	5	0	5	1	6	0	0	0	6	10	10	26
<i>Aquilegia vulgaris</i> subsp. <i>dichroa</i> (Frey) T.E.Díaz	0	10	5	15	1	16	0	0	0	16	5	5	26
<i>Armeria ciliata</i> (Lange) Nieto Feliner	0	10	5	15	1	16	0	0	0	16	5	5	26
<i>Campanula herminii</i> Hoffmanns. & Link	0	5	5	10	1	11	0	0	0	11	10	5	26
<i>Campanula scheuchzeri</i> Vill.	0	10	5	15	1	16	0	0	0	16	5	5	26

Nombre del taxon	AmE	D/R	RAR	PRE	RES	PriINI	PRG	PN	PLN	PriCON	F	IL	VF
<i>Cheilantes acrostica</i> Tod.	0	5	0	5	1	6	0	0	0	6	10	10	26
<i>Cheilanthes tinai</i> Tod.	0	5	0	5	1	6	0	0	0	6	10	10	26
<i>Chrysosplenium oppositifolium</i> L.	0	5	0	5	1	6	0	0	0	6	10	10	26
<i>Cytisus oromediterraneus</i> Rivas Martínez et al.	0	10	5	15	1	16	0	0	0	16	5	5	26
<i>Dianthus legionensis</i> (Willk.) F. N. Williams	0	10	5	15	1	16	0	0	0	16	5	5	26
<i>Leucanthemopsis flaveola</i> (Hoffmans. ex Link) Heywood	0	10	5	15	1	16	0	0	0	16	5	5	26
<i>Linaria triornithophora</i> (L.) Willd.	0	10	5	15	1	16	0	0	0	16	5	5	26
<i>Ophrys sphegodes</i> Mill.	0	5	0	5	1	6	0	0	0	16	10	10	26
<i>Orchis morio</i> L.	0	5	0	5	1	6	0	0	0	16	10	10	26
<i>Pinguicula vulgaris</i> L.	0	5	0	5	1	6	0	0	0	6	10	10	26
<i>Saxifraga spathularis</i> Brot.	0	10	5	15	1	16	0	0	0	16	5	5	26
<i>Scrophularia herminii</i> Hoffmanns. & Link	0	10	5	15	1	16	0	0	0	16	5	5	26
<i>Silene foetida</i> subsp. <i>gayana</i> Talavera	0	10	5	15	1	16	0	0	0	16	5	5	26
<i>Wahlebergia hederacea</i> (L.) Reichenb	0	5	0	5	1	6	0	0	0	6	10	10	26
<i>Asplenium viride</i> Huds.	0	0	4	4	1	5	0	0	0	5	10	10	25
<i>Pilosella galliciana</i> (Pau) M.Lainz	0	5	5	10	5	15	0	0	0	15	5	5	25
<i>Arnica montana</i> L.	0	0	0	0	1	1	3	0	0	4	10	10	24
<i>Taxus baccata</i> L.	0	0	0	0	1	1	3	0	0	4	10	10	24
<i>Hypericum richeri</i> subsp. <i>burseri</i> (DC.) Steud.	0	5	7	12	1	13	0	0	0	13	5	5	23
<i>Asplenium trichomanes</i> (Christ) Lovis & Reichst	0	5	0	5	1	6	0	0	0	6	5	10	21
<i>Carex demissa</i> Hornem.	0	5	0	5	1	6	0	0	0	6	10	5	21
<i>Carex depauperata</i> Curtis	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	10	10	21
<i>Carex echinata</i> Murray	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	10	10	21
<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	10	10	21
<i>Carex panicea</i> L.	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	10	10	21
<i>Cephalanthera damasonium</i> (Mill.) Druce	0	0	0	0	1	1	0		0	11	10	10	21
<i>Ceratocarpus claviculata</i> (L.) Lidén	0	5	0	5	1	6	0	0	0	6	10	5	21
<i>Crocus carpetanus</i> Boiss. & Reuter	0	10	5	15	1	16	0	0	0	16	5	0	21
<i>Cryptogramma crista</i> (L.) R. Br	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	10	10	21
<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	10	10	21
<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Soó	0	0	0	0	1	1	0		0	11	10	10	21
<i>Drosera rotundifolia</i> L.	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	10	10	21
<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz	0	0	0	0	1	1	0		0	11	10	10	21
<i>Festuca durandi</i> subsp. <i>fontquerii</i> (Rivas Ponce & Cebolla) Llamas et al.	0	10	5	15	1	16	0	0	0	16	0	5	21
<i>Hyacinthoides hispanica</i> (Mill.) Rothm.	0	5	5	10	1	11	0	0	0	11	5	5	21

Nombre del taxon	AM-E	D/R	RA-R	PRE	RES	PR-IN	PRG	PN	PLN	PRCON	F	IL	VF
<i>Iberis ciliata</i> subsp. <i>contracta</i> (Pers.) Moreno	0	5	0	5	1	6	0	0	0	6	10	5	21
<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>alpina</i> (Suter) Celak	0	5	0	5	1	6	0	0	0	6	10	5	21
<i>Orchis mascula</i> L.	0	0	0	0	1	1	0	0	0	11	10	10	21
<i>Ornithogalum concinnum</i> (Salisb.) Coutinho	0	10	5	15	1	16	0	0	0	16	0	5	21
<i>Paeonia officinalis</i> subsp. <i>microcarpa</i> (Boiss. & Reut.) Nyman	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	10	10	21
<i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich.	0	0	0	0	1	1	0		0	11	10	10	21
<i>Poa ligulata</i> Boiss.	0	5	0	5	1	6	0	0	0	6	10	5	21
<i>Polystichum setiferum</i> (ForsskalII) Woyнар	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	10	10	21
<i>Saxifraga conifera</i> Coss. & Durieu	0	0	5	5	1	6	0	0	0	6	10	5	21
<i>Saxifraga stellaris</i> L.	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	10	10	21
<i>Saxifraga tridactylites</i> L.	0	5	0	5	1	6	0	0	0	6	10	5	21
<i>Serapias lingua</i> L.	0	0	0	0	1	1	0	0	0	11	10	10	21

Estudios taxonómicos en *Sesleria* Scop. (*Seslerieae*, *Poaceae*)

Alicia Alonso^{1*}, Félix Llamas¹ & Carmen Acedo¹

.....

ABSTRACT

A taxonomic study of Iberian *Sesleria* Scop. (*Seslerieae*, *Poaceae*)

A taxonomic study of the genus *Sesleria* in the Iberian Peninsula and Balearic Islands is presented, where live some populations of *S. albicans* Kit ex Schultes, *S. argentea* (Savi) Savi, *S. insularis* Sommier and *S. uliginosa* Opiz. Several numerical analyses with the morphological and anatomical characters were used for comparative analyses, such as “principal coordinates analysis” (PCoA) which shows groups of individual similar to those obtained by UPGMA grouping. In this analysis, the characters: leaf pruinosity, panicle type, leaf type, upper blade length, palea apex and number of teeth of the lemma apex, support the separation of four groups. The populations of *S. uliginosa* differ clearly from other taxa by morphological characters of leaf, such as leaf pruinosity. *S. insularis* is confined to the limestone rocks of the Balearic Islands, which represent the westernmost limit of its distribution area. This genus in the Iberian Peninsula has a distribution in the mountain areas of northern Spain.

Key words: morphology, anatomy, numerical taxonomy, chorology

RESUMEN

Se presenta el estudio taxonómico del género *Sesleria* Scop. en la Península Ibérica e Islas Baleares, donde viven poblaciones de *Sesleria albicans* Kit ex Schultes, *S. argentea* (Savi) Savi, *S. insularis* Sommier y *S. uliginosa* Opiz. Los estudios morfo-anatómicos nos han permitido realizar estudios comparativos, tales como el “análisis de coordenadas principales” (PCoA) que muestra grupos de individuos similares a los obtenidos por el método de agrupamiento jerárquico UPGMA. En este análisis, los caracteres morfológicos: pruinosis de las hojas, tipo de panícula, tipo de hojas, longitud de la lámina superior, ápice de la pálea y número de salientes del ápice del lema, apoyan la separación de cuatro grupos. Las poblaciones de *S. uliginosa* difieren claramente de otros taxones por un carácter morfológico de la hoja, tal como la pruinosis de las hojas. *S. insularis* se distribuye por las montañas calizas de las Islas Baleares, que representan el límite más occidental de su área de distribución. Este género está distribuido en la Península Ibérica por las zonas montañosas del norte.

Palabras clave: morfología, anatomía, análisis numérico, corología

1. Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental (Botánica). Universidad de León. E-24071 León (España)

*alicia.alonso@unileon.es

Introducción

Sesleria Scop. es un género de Poaceae, de distribución Holártica. Este género incluye unas 33 especies, 26 de ellas europeas, que viven en el oeste de Asia, en el oeste y centro de Europa, y en el norte de África y está formado por grupos de especies estrechamente emparentadas y pobremente diferenciadas, pues la mayoría de los caracteres diagnósticos son cuantitativos y se encuentran sujetos a control ambiental (Lysák *et al.* 1997), por lo que el análisis taxonómico y la determinación de las especies individuales resultan muy difíciles. Se han llevado a cabo estudios con los que se pretendía solventar los problemas existentes en este género (Ujhelyi 1938, Deyl 1946, Ujhelyi 1959). Sin embargo, esto no ha sido posible y hoy en día, este género sigue presentando dificultades, incluso en su posición sistemática dentro de la familia Poaceae.

Sesleria se incluye en la tribu *Seslerieae* Koch (*Poideae*, *Gramineae*), un grupo relativamente pequeño de tres géneros (*Sesleria* Scop., *Oreochloa* Link. y *Echinaria* Desf.) y 32 especies que vive en hábitats de montaña, y presenta distribución Holártica, pues sólo vive en el Viejo Mundo, principalmente en Eurasia y Norte de África. Esta tribu incluye plantas con hojas lineares, planas, plicadas o convolutas, con cuerpos silíceos elípticos o en forma de “silla de montar”; inflorescencia densa, con panícula de cilíndrica a globosa sostenida por brácteas glumáceas; lema membranoso, a menudo peloso o escábrido, con 4-5 dientes y con frecuencia, cortamente aristado en el ápice; ovario peloso o glabro en el ápice; cariósipide con hilo basal puntiforme (Deyl 1980).

Material y métodos

MATERIAL ESTUDIADO

Para los estudios morfológicos y anatómicos se ha empleado material desecado procedente de herbarios de la Península Ibérica e Islas Baleares (HJBS, JACA, LEB, MA, SEV), así como material herborizado expresamente con este fin. El material colectado incluye ejemplares para desecar y conservar en pliegos que se depositarán en el herbario de la Universidad de León. Dr. Jaime Andrés Rodríguez (LEB). Además se han conservado fragmentos vegetales con otras finalidades, como las semillas o las hojas. Simultáneamente a la recolección de material se han completado datos para el estudio corológico.

MÉTODOS MORFOLÓGICOS

Para realizar los estudios de morfología y anatomía, se ha empleado material procedente de herbarios los siguientes herbarios de la Península Ibérica e Islas Baleares: HJBS (Fundación Jardín Botánico de Sóller, Sóller, Islas Baleares, España); JACA (Herbario Unidad de Geobotánica, Instituto Pirenaico

de Ecología, Jaca, Huesca, España); LEB (Herbario Universidad de León, León, España); MA (Herbario Real Jardín Botánico de Madrid, Madrid, España); SEV (Herbario Departamento de Botánica, Universidad de Sevilla, Sevilla, España), así como material herborizado expresamente para este trabajo. Se seleccionaron 64 caracteres morfológicos que podrían resultar diagnósticos en la elaboración del análisis numérico, siguiendo la propuesta de Radford *et al.* (1974) (tabla 1). Se estudiaron varios ejemplares de 21 poblaciones de *Sesleria albicans*, 29 de *S. argentea*, 8 de *S. insularis* y 1 población de *S. uliginosa* que representan el área de distribución Ibérica y Balear de los taxones en estudio.

TABLE 1. Resumen de los caracteres estudiados, estados de carácter y codificación de los caracteres cualitativos para los análisis numéricos

Cuantitativos	Cualitativos binarios
1. Longitud del tallo	29. Rizomas cortos: 0=ausente, 1=presente
2. Longitud de la lígula	30. Estolones: 0=ausente, 1=presente
3. Longitud de la hoja superior	31. Planta 0=cespitosa, 1=no cespitosa
4. Anchura de la hoja superior	32. Tallo: 0=robusto, 1=delgado
5. Longitud de las hojas inferiores	33. Color lámina: 0=pruinosa, 1=no pruinosa
6. Anchura de las hojas inferiores	34. Ápice lámina: 0=mútico, 1=pungente
7. Longitud de la panícula	35. Margen lámina: 0=liso, 1=rugoso
8. Anchura de la panícula	36. Vainas: 0=casi abiertas, 1=tubulares
9. N° de flores de la espiguilla	37. Pilosidad vainas: 0=glabras, 1=pelosas
10. Longitud de la gluma inferior	38. Ápice de la lígula: 0=ciliado, 1=liso
11. Longitud de la gluma superior	39. Forma inflorescencia: 0=espiciforme 1=capitada
12. Anchura de la gluma inferior	40. Consistencia bráctea basal: 0=membranosa, 1=coriácea
13. Anchura de la gluma superior	41. Espiguillas: 0=sésiles, 1=pediceladas
14. Longitud de la arista de la gluma inferior	42. N° Espiguillas: 0=pocas (<100), 1=muchas (>100)
15. Longitud de la arista de la gluma superior	43. Forma gluma inferior: 0=lanceolada, 1=ovada
16. N° nervios de la gluma inferior	44. Forma gluma superior: 0=lanceolada, 1=ovada
17. N° nervios de la gluma superior	45. Indumento nervios de la gluma inferior: 0=ausente, 1=presente
18. N° nervios del lema	46. Indumento nervios de la gluma superior: 0=ausente, 1=presente
19. N° dientes del ápice del lema	47. Indumento lema: 0=pubescente, 1=glabro
20. Longitud del lema (sin arista)	48. Indumento ovario: 0=pubescente en el ápice, 1=todo pubescente
21. Anchura del lema	
22. Longitud de la arista central del lema	
23. N° dientes de la pálea	
24. Longitud de la pálea	
25. Anchura de la pálea	
26. Longitud de las aristas de la pálea	
27. Longitud de las anteras	

Cualitativo multiestado ordenado	Cualitativos multiestado no ordenados
28. Color dominante panícula: 0=completamente blanca, 0.25= predomina blanco, 0.50 blanco-azulada en la misma proporción, 0.75= predomina azul, 1= completamente azul.	49. Hábito tallo: 0=erecto, 1=ascendente, 2=decumbente 50. Tipo hojas: 0=planas, 1= involutas, 2=conduplicadas 51. Tamaño de las glumas: 0=más cortas que las espiguillas, 1=iguales que, 2=más largas 52. Localización de los cilios en la gluma inferior: 0= ápice, 1= mitad superior, 2=por todo 53. Localización de los cilios en la gluma superior: 0= ápice, 1= mitad superior, 2=por todo 54. Superficie de la gluma inferior: 0=glabro, 1=púbérulo, 2=pubescente 55. Superficie de la gluma superior: 0=glabro, 1=púbérulo, 2=pubescente 56. Ápice de la gluma inferior: 0=agudo, 1=acuminado, 2=mútico 57. Ápice de la gluma superior: 0=agudo, 1=acuminado, 2=mútico 58. Forma del lema: 0=lanceolado 1=elíptico 2=oblongo 3=ovado 59. Aristas del lema: 0=3 Aristas, 1=1 +4 Dientes, 2= 3 Aristas +2 Dientes, 3=5 Aristas 60. Indumento dorso del lema: 0=glabro 1=escábrido 2=pelos cortos 3=hirto 61. Indumento costado del lema: 0=glabro 1=escábrido 2=pelos cortos 3=hirto 62. Ápice pálea: 0=mútico, 1=venas excurrentes, 2=aristado 63. Quillas pálea: 0=glabra 1=escábrida 2=pelos cortos 3=hirta 64. Forma cariósipide: 0= elíptico 1=ovoide 2=obovoide

MÉTODOS ANATÓMICOS

Se llevaron a cabo estudios anatómicos realizando cortes transversales de la lámina a mano alzada, con hojas de renuevos previamente hidratadas en agua destilada con un agente tensoactivo (Ellis 1976). Se observaron al microscopio óptico en una preparación húmeda extemporánea, aclarando los cortes transversales con hidrato de cloral (80:20 p/V). El tiempo medio en esta solución es de 20 minutos. Posteriormente se neutralizaron con ácido acético al 20% durante 5 ó 10 minutos y se lavaron repetidas veces con agua, para eliminar los reactivos y los restos del agente tensoactivo. Para observar la epidermis, la técnica empleada ha sido el aclarado de los tejidos con hipoclorito sódico (Acedo & Llamas 1999). Para resaltar las células suberosas se utilizó Rojo Sudán, colorante afin a los compuestos lipídicos y para las células silíceas se utilizó fenol (Metcalf 1960), dejando las hojas en una solución de alcohol y cristales de fenol durante 24 horas.

ANÁLISIS NUMÉRICO

Tras un estudio preliminar de los caracteres estudiados, se excluyeron aquellos que no presentaban variación, y 44 fueron incluidos en el análisis numérico final: 19 cualitativos (12 binarios, en general presencia y ausencia, 6 multiestado no ordenados, 1 multiestado ordenado –son caracteres que presentan varios estados que se presentan un orden jerarquizado pero discontinuo) y 25 cuantitativos. Para determinar el número de grupos en estudio se realizó un “análisis de coordenadas principales” (PCoA) (Podani 1994).

A partir de la matriz inicial así obtenida, se calculó la matriz de similitud mediante el coeficiente de similitud general de Gower, que permite trabajar conjuntamente con caracteres cuantitativos (binarios o multiestado) y cualitativos (Gower 1971), utilizando el programa SYN-TAX 2000 (Podani 2001). Cada valor obtenido en la matriz, nos indica la similitud transformada en disimilitud entre cada pareja de individuos. Se realizó un “análisis de clasificación automática” (Clustering) por UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic mean*, Sneath *et al.* 1973) sobre la matriz de disimilitud. Los resultados obtenidos se representaron mediante un dendrograma, que representa las relaciones de disimilitud entre los OTUs (Unidad Taxonómica Operacional).

ESTUDIOS COROLÓGICOS

Para conocer la distribución de los taxones estudiados, se han utilizado datos de citas propias, que se han complementado con bases de datos disponibles (Anthos 2006, Sivim 2007, Euro+Med 2005). Para el estudio de la corología en la Península Ibérica y de las Islas Baleares se ha seguido el método propuesto para *Flora Ibérica* (Castroviejo *et al.* 1986-2010).

Resultados y discusión

TAXONES ESTUDIADOS

Sesleria argentea (Savi) Savi, *Botanicon Etruscum* I. 68 (1808). Esta especie vive en pastizales vivaces, rocas calizas y claros forestales pedregosos, 50-2000m. Se distribuye por: Italia, sureste de Francia, Marruecos, y España, donde vive en las montañas orientales del norte con poblaciones disyuntas en Sierra Morena (fig. 1, tabla 2).

TABLA 2. Resumen del material representativo estudiado de cada taxon, con indicación de la localidad y datos de recolección

Sesleria albicans

Asturias: Lago Enol. 18-VI-1969. *A. Segura Zubizarreta* (MA 354213).

Barcelona: Monserrat. 19-IV-1916. *Sennen* (MA 9057).

Cantabria: Collada de Cámara, 30-VIII-1982, *S. Rivas-Martínez, T.E. Díaz, J.A. Fdez. Prieto, J. Loidi & A. Penas* (LEB 29851). Fuentedé, 6-VII-1980, *A. González Ordás* (LEB 84222). Fuentedé, 13-V-2009, *A. Alonso, F. Llamas, C. Acedo & 4* (LEB). Horcadina de Covarobres, 13-V-2009, *A. Alonso, F. Llamas, C. Acedo 7* (LEB). La Hermida, 1-IV-1980, *F. Amich & J. Sánchez* (MA 291415). Miera, Las Enguizas, 14-V-1995, *Sánchez Pedraja & Tapia Bon* (MA 565106).

Huesca: Valle de Pineta, VII-1983, *M. Luceño* (MA 548536).

Lérida: Riu, 1-IV-1980, *A.M. Hernández* (MA 247268).

León: Casares, 7-VII-1981, *Fernández Areces & Pérez Carro* (LEB 11180). Collada de Alonga, 1-VI-2009, *A. Alonso & F. Llamas 1* (LEB). Desfiladero del Cares, 13-VII-2009, *A. Alonso, F. Llamas & C. Acedo, 5* (LEB). Puerto de Pinos, VII-1985, *C. Romero* (LEB 08721). Puerto Ventana, 1-VI-2009, *A. Alonso & F. Llamas 2* (LEB). Vega de Liordes, 31-VII-2009, *F. Llamas, P. Catalán, C. Acedo & A. Alonso, 9* (LEB). Villadangos, 17-V-1983, *A. Penas & al.* (LEB 43110).

Navarra: Aralar, Altueta, 02-VII-1995, *Aizpuru, Catalán & Aedo* (MA 364269). Puerto de Lizarraga, 28-VII-1968, *A. Segura Zubizarreta* (MA 354210).

Sesleria insularis

Mallorca: Alcudia. V-1946. *Palau Ferrer* (MA 9061). Alfabia, 22-IV-1988, *J.Orell Casanovas*, (LEB 44256); Cabo Formentor, Pollença, 4-V-1991, *C. Aedo*, (MA 622807); Calvià, Pujol des Gat, 6-I-1999, *L. Sáez*, (MA 623330). Lluc, Son Masip, 4-VI-1998, *R. Morales et al.* (MA 618200); Puig Major, 13-VI-1947, *Palau Ferrer*, (MA 9060).

Sesleria uliginosa

León: Desfiladero del Cares, 13-VII-2009, *A. Alonso, F. Llamas & C. Acedo, 6*.

Sesleria argentea

Bilbao: Conchas, 11-V-1986, *P. Urrutia* (MA 477736). Pipaón, 1933, *M. Losa* (MA 9066).

Burgos: Coculina, 1,5 kms al N. 15-VI-2005. *F. Gómiz* (LEB 83805); Dobro. 16-V-2009. *A. Alonso, F. Llamas, C. Acedo & 14* (LEB). Hortezuolos, Santo Domingo de Silos, 4-VII-1984, *S. Rico & T. Romero* (MA 477296). Orbanaja del Castillo, 8-VIII-1982, *F. J. Pérez Carro* (LEB 14339). Páramo de Masa, 12-VII-1969, *Rivas Goday et al.* (LEB 18092); Ubierna, 31-V-1984, *Galán Cela & Nieto Feliner* (MA 640386). Ubierna, 16-VII-2009, *A. Alonso, F. Llamas & C. Acedo 11* (LEB); Valdivieso. 5-VII-1970. *S. Rivas Goday*. MA 292590.

Cantabria: Calseca, Miera. 18-X-1992, *J. Busqué* (MA 681464). Fuentedé, 13-V-2009, *A. Alonso, F. Llamas, & C. Acedo 4* (LEB). Ramales de la Victoria, 27-XII-1983, *J. A. Prieto, C. Aedo, G. Renobales & M. Herrera* (MA 486721).

Jaén: Peal de Becerro, Calar de Juana, 7-VII-1976, *F. Muñoz Garmendia & C. Soriano* (MA450478). Peal de Becerro, Cerro Gilillo, 22-IX-1975, *C. Soriano*, (MA 450476). Pozo Alcón, Pico de Cabañas, vertiente este, 17-VIII-1976, *González Rebollar, Muñoz Garmendia & Soriano*, (MA 480655). Río Borosa, Sierra de Cazorla, 5-VI-1983, *A. M. Hernández*, (MA 541784). Sierra Cazorla, Nava S. Pedro, 3-VIII-1968, *A. Segura Zubizarreta*, (MA 354739).

Málaga: Sierra Tejeda, subiendo de Canillas de Aceituno a la Casa de la Nieve, 21-VI-1974, *S. Talavera & B. Valdés*, (SEV 97032, 98380, 100893).

Navarra: Sierra de Lokiz, 5-V-1985, *Aizpuru, P. Catalán & C. Aedo* (MA 364264).

Palencia: Pomar de Valdivia, Revilla de Pomar, Monte Valcabado, 27-VI-1987, *L. M. Gil Zúñiga & J. A. Alejandro* (MA 423002).

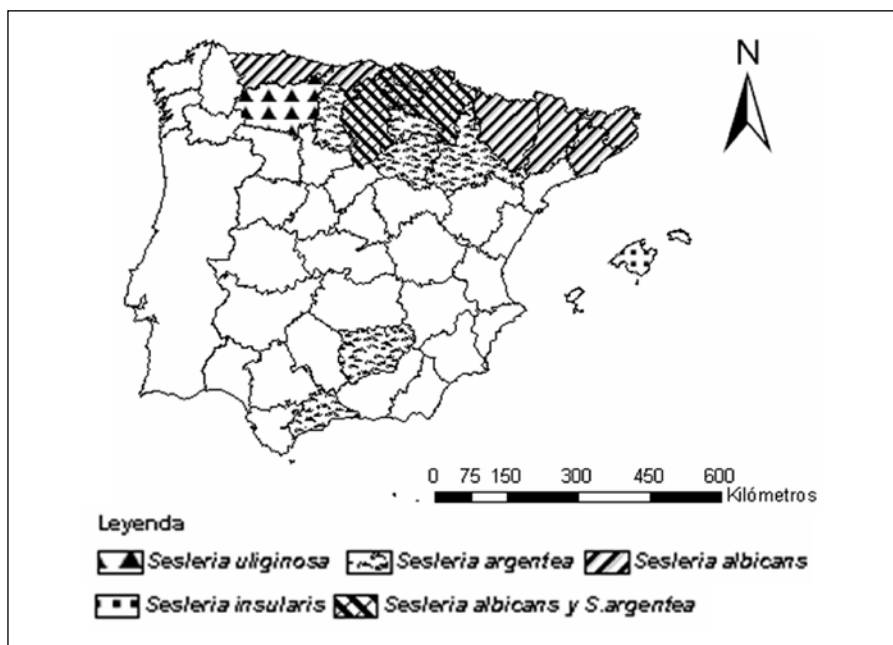


FIGURA 1. Mapa de distribución de *Sesleria* Scop. en la Península Ibérica y las Islas Baleares.

Sesleria albicans Kit. ex Schult., Österreichs Fl. Ed. 2, 1: 216 (1814). Esta especie vive en repisas de roquedos y pastizales secos calizos, 300-2900m. Se distribuye por: Austria, Bélgica, Gran Bretaña, República Checa, Francia, Alemania, Irlanda, Suiza, Holanda, Moldavia, Hungría, Islandia, Italia, Bosnia-Herzegovina, Polonia y España, donde vive en las áreas montañosas de la Cordillera Cantábrica y Pirineos (fig. 1, tabla 2).

Sesleria insularis Sommier *Bull. Soc. Bot. Ital.*: 126 (1905). Habita en fisuras y roquedos calizos, 100-1200m. Se distribuye por Albania, Italia, Bosnia-Herzegovina, Córcega y España, donde sólo se conoce su presencia en la Isla de Mallorca (fig. 1, tabla 2).

Sesleria uliginosa Opiz. Bercht. & Opiz. Oekonomisch-Technische Flora Böhmens nach einem ausgedehnteren Plane bearbeitet 1:492 (1836). Habita en suelos calizos húmedos, 0-3000 m. Se distribuye por España, Austria, Luxemburgo, Gran Bretaña, Bulgaria, República Checa, Finlandia, Alemania, (Hungría), Italia, Bosnia-Herzegovina, Polonia, Rumanía, Estonia, Letonia, Lituania, Volga y Suecia. No conocemos bien la corología de este taxón, las muestras estudiadas

proceden de una única población localizada en el noreste de la provincia de León (fig. 1, tabla 2).

RESULTADOS MORFOLÓGICOS

Pocos de los caracteres morfológicos estudiados (tabla 1) resultan diagnósticos para poder emplearlos en la elaboración de una clave de identificación, ya que muchos de ellos presentan una alta variabilidad incluso dentro de los taxones. Comentamos a continuación aquellos con mayor valor en el género.

La presencia de una bráctea en la base de la inflorescencia es un carácter distintivo de este género, con aspecto habitual de membrana no reticulada.

La longitud de la lámina de la hoja superior es uno de los caracteres con mayor valor taxonómico, así *Sesleria argentea* tiene una hoja superior mayor de 4,5 cm de longitud, mientras que *S. albicans* y *S. insularis* menor de 2,5 cm. Las hojas superiores de *S. uliginosa* son más largas que las de *S. albicans* aunque menores que *S. argentea*.

La pruinosidad de la lámina ha sido estudiada por autores como Deyl (1946, 1980), que la han dado como carácter relevante de *Sesleria insularis*. Se ha visto que no es cierta esta afirmación, aunque sí presentan un color glauco brillante debido a la visibilidad de los estomas, casi a simple vista. Este hecho ha podido inducir a error, confundiendo ese color con el de la pruina. *S. uliginosa* presenta una intensa pruina en las láminas de sus hojas, siendo este carácter relevante para su diferenciación de *S. albicans*.

La forma de la panícula es de tipo espiciforme, pero más alargada en *S. argentea*, y capitada en el resto de los taxones estudiados.

El color de la inflorescencia es un carácter peculiar, ya que hemos encontrado individuos con un color azulado frente al habitual color blanquecino. Sin embargo, este carácter es muy variable entre individuos y entre taxones, ya que cualquiera puede presentar individuos con inflorescencias azuladas. Aunque existen toda gama de colores desde el blanquecino, pasando por suaves tonos azulados, normalmente en lemas y páleas, hasta todas las piezas de las espiguillas de color azul. Este hecho ha podido dar origen al nombre *Sesleria caerulea* L., cuyo nombre común es “sesleria azul”, del latín “*caeruleus*=azul”. Sin embargo no hemos podido comprobar que este carácter corresponda solamente a esa especie, sino que cualquier individuo en el género *Sesleria* puede presentar esa variación cromática.

El ápice del lema es dentado, aristado de 1-3-5 aristas, con las aristas laterales siempre más cortas que la central. La arista central de longitud variable. Se han observado individuos con 1 arista y 4 dientes; 3 aristas (1 larga central y 2 cortas) y 2 dientes *Sesleria albicans*; 1 arista central larga y 4 dientes como *S. insularis*.

El ápice de la pálea es un carácter variable en algunos taxones, siendo aristado en *Sesleria insularis*, con una arista hasta 1 mm y *S. argentea* hasta 0.7 mm, o mítica en el resto.

Todos estos caracteres morfológicos apoyan la formación de grupos en el análisis numérico.

RESULTADOS ANATÓMICOS

Con el estudio anatómico realizado y otros estudios anatómicos parciales realizados por otros autores (Ujhelyi 1938, Deyl 1946, Metcalfe 1960), se aprecian solo escasas diferencias anatómicas existentes entre las especies, ya que algunos caracteres varían por la influencia de los factores ecológicos, y otros son específicos para muchas especies, y no se ven influenciados por estos factores ambientales.

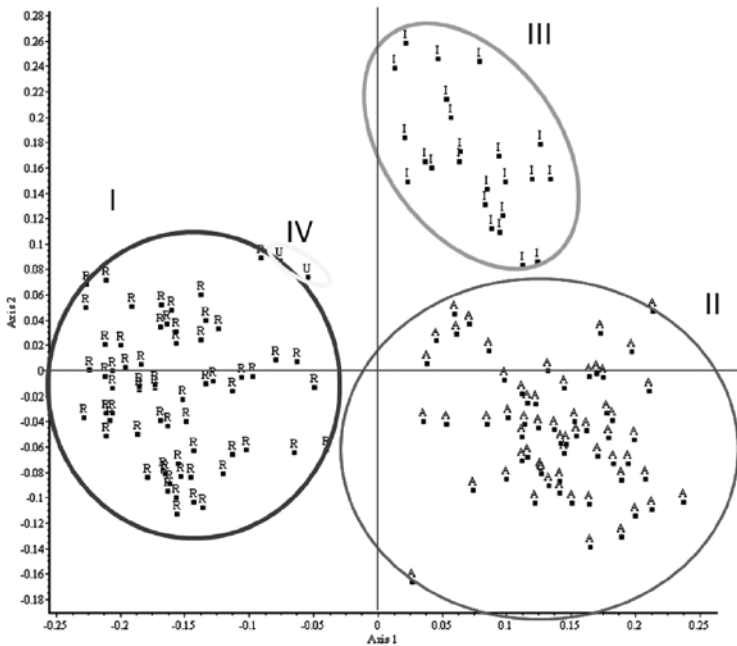


FIGURA 2. PCoA de 44 caracteres que explica el 30% de la variabilidad, y en el que se reconocen 4 grupos que corresponden a los 4 taxones en análisis. A: *Sesleria albicans*. I: *S. insularis*. R: *S. argentea*, U: *S. uliginosa*.

ANÁLISIS NUMÉRICO

Mediante el análisis de coordenadas principales se han identificado 4 grupos morfo-anatómicos (fig. 2). El eje 1 representa el 45.17% de la variabilidad, de las muestras analizadas. El resto de los ejes aportan muy poca información. El Grupo IV, formado por los representantes de *Sesleria uliginosa*, se diferencia del resto, aunque esté cercano al Grupo I en el que se incluye *S. argentea*. Este análisis ofrece una primera aproximación del número de grupos en estudio, y nos ayuda a discernir la estructura del análisis jerárquico.

Varios caracteres estudiados (longitud y morfología de la inflorescencia, y sobre todo, longitud de la lámina) contribuyen principalmente a la separación de los OTUs a lo largo del primer eje, desde individuos de láminas de las hojas más largas (Grupo I) hasta los de láminas más cortas (Grupo II). Mientras que la diferenciación sobre el segundo eje viene determinada principalmente por el tipo de ápice de la pálea, separándose los individuos de páleas aristadas (Grupo III) de aquellos con páleas míticas (Grupo II).

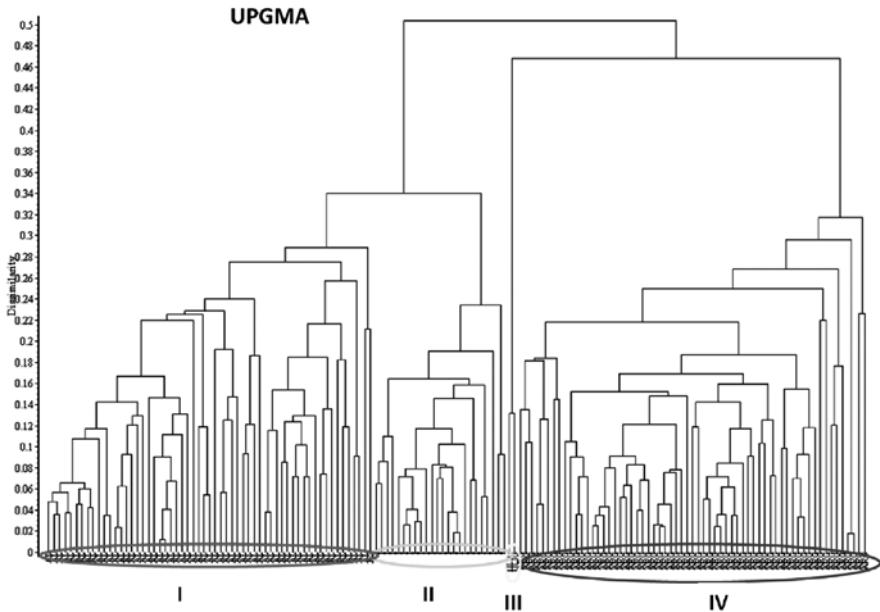


FIGURA 3. Dendrograma obtenido por el método de agrupamiento UPGMA del total de los 44 caracteres estudiados. I: *Sesleria albicans*. II: *S. insularis*. III: *S. uliginosa*. IV: *S. argentea*

En el análisis UPGMA (fig. 3) se observa la jerarquización de los clusters, y se revelan algunos no diferenciados claramente en el análisis de ordenación. Se observa mejor la variabilidad entre individuos del mismo taxón, a pesar de ello, todos los individuos pertenecientes al mismo taxón quedan incluidos en el mismo grupo. Tomando como punto de corte la distancia de 0,47 entre OTUs se reconocen dos grandes grupos y con la distancia 0,34 4 grupos diferentes, tantos como taxones. El primer gran grupo formado por *Sesleria albicans* s. l. se divide en dos subgrupos: el primero de ellos, incluye *S. albicans* (Grupo I) y el segundo subgrupo, *S. insularis* (Grupo II). El segundo gran grupo se divide separando los ejemplares de *S. uliginosa* (Grupo III) y *S. argentea*, a la distancia de 0,47.

GRUPO I: *Sesleria albicans*. Se configura este grupo con los representantes peninsulares estudiados. Los caracteres diagnósticos de este grupo son: panícula capitada, longitud de la lámina de la hoja superior < 2.5 cm, pálea no aristada y lema con 3-5 aristas.

GRUPO II: *Sesleria insularis*, es un grupo más homogéneo, y estrechamente relacionado con el anterior, del que se diferencia morfológicamente por la presencia de una sola arista en el lema y pálea brevemente aristada, frente al lema de 3-5 aristas y pálea no aristada típicas de *Sesleria albicans*.

GRUPO III: formado por los dos únicos individuos estudiados de *Sesleria uliginosa*, por lo que los datos obtenidos relativos a este taxón, se deben considerar con la prudencia que este hecho conlleva. Con estos primeros resultados, se obtienen una proximidad mayor a la especie *S. argentea*, aunque en nuestra opinión este taxón se encuentra más estrechamente emparentado con *S. albicans*. La variación fenotípica que presenta *S. uliginosa* como respuesta a los hábitats en los que vive, resulta en un fenotipo semejante a *S. argentea*.

GRUPO IV: Grupo homogéneo que reúne los OTUs previamente identificados como *S. argentea*. Los caracteres diagnósticos de este grupo frente al resto, son la forma de la panícula cilíndrica, y las láminas de las hojas, tanto basales como superiores, más largas.

Conclusiones

En la Península Ibérica y en las Islas Baleares están presentes 4 taxones del género *Sesleria*: *S. argentea*, *S. uliginosa* y *S. albicans* en el ámbito peninsular, *S. insularis* en la isla de Mallorca.

Existen pocos caracteres morfológicos diagnósticos que permitan discernir entre las especies implicadas en la flora ibérica, sin embargo sí resultan útiles para elaborar las descripciones completas de cada taxón, cuyo fin será la monografía del género en *Flora Iberica*.

Aunque se realizó un estudio detallado de la anatomía foliar de las especies, los caracteres anatómicos no aportan diferencias críticas entre las especies.

Estudios más profundos y análisis moleculares en desarrollo, nos permitirán corroborar nuestras hipótesis y completar el conocimiento detallado sobre la variabilidad y corología de los taxones.

Agradecimientos

El Ministerio de Ciencia e Innovación a través de los proyectos CGL2008-CL2932-C03-02/CLI (FLORA IBÉRICA VIII) y CGL2009-12955-C02 (POOIDE) subvencionaron parcialmente nuestro trabajo. El personal de los herbarios JACA y MA facilitaron nuestro trabajo durante las estancias de investigación en sus centros.

Bibliografía

- ACEDO, C. & LLAMAS, F. 1999. *The genus Bromus L. (Poaceae) in the Iberian Peninsula*. J. Cramer, Berlín.
- ANTHOS. 2010. *Sistema de información de las plantas de España*. Real Jardín Botánico, CSIC – Fundación Biodiversidad. Recurso electrónico en www.anthos.es. Consulta realizada en marzo de 2010.
- CASTROVIEJO, S., LAÍNZ, M., LÓPEZ GONZÁLEZ, G., MONSERRAT, P., MUÑOZ GARMENDIA, F., PAIVA, J. & VILLAR, L. (eds.) 1986. *Flora Iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Vol. 1. Real jardín botánico, CSIC, Madrid.
- DEYL, M. 1946. Study of the genus *Sesleria*. *Opera Botanica Cechica* 3, Praga. 256 pp.
- DEYL, M. 1980. *Sesleria* Scop. In: Tutin T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Valentine, D.H., Walters, S.M. & Webb, D.A. (eds.), *Flora Europaea*, 5:173-177 University Press, Cambridge.
- ELLIS, R.P. 1976. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. I. The leaf-blade as viewed in transverse section. *Bothalia* 12(1): 65-109.
- EURO+MED 2005. *Plantbase. The information resource for Euro-Mediterranean plant diversity* <http://www.emplantbase.org.html>
- GOWER, J.C. 1971. A general coefficient of similarity and some of its properties. *Biometrics* 27: 857-871
- LYSÁK, M.A., ČIALIKOVÁ, J. & DOLEŽEL, J. 1997. Morphometric and karyological analysis of a population of *Sesleria sadleriana* JANKA in the Biele Karpaty Mountains (Slovakia). *Folia Geobot. Phytotax.* 32: 47-55.
- METCALFE, C.R. 1960. *Sesleria* In: *Anatomy of Monocotyledons: Gramineae* 1. Calrendon Press, Oxford.
- PODANI, J. 1994. *Multivariate data analysis in ecology and systematics. A methodological guide to the SYN-TAX 5.0 package*. Ecological Computations Series (ECS): Vol. 6 SPB Academic Publishing bv.
- PODANI, J. 2001. *Computer Programs for Data Analysis in Ecology and Systematics. User's Manual*. Budapest.
- RADFORD, A. E., DICKISON, W.C., MASSEY, J. R. & BELL, C. R. 1974. *Vascular Plant Systematic*. Harper & Row Publishers, New York.
- SIVIM. 2010 *Sistema de información de la vegetación ibérica y macaronésica*. Recurso electrónico en www.sivim.es. Consulta realizada en marzo de 2010.
- SNEATH, P. H. A. & SOKAL, R.R. 1973. *Numerical taxonomy*. W. H. Freeman, San Francisco.
- UJHELYI, J. 1938. *Sesleria* Studien. *Index horti botanici universitatis budapestinensis* 3:139.
- UJHELYI, J. 1959. Revision des espèces du genre *Sesleria* en Italie. *Webbia* 15(2): 597-614.

Principals patrons de distribució de plantes vasculares a Catalunya

Meritxell Andrés¹ & Xavier Font^{1*}

••••••••

ABSTRACT

Main distribution patterns of vascular plants in Catalonia

In this study we used the algorithm k-means to generate groups of vascular plant species, according to their distribution in Catalonia, and to relate the species of these groups with traditional chorological elements (defined by considering the whole World). We took as optimal the partition into 11 groups, from which 10 are formed by typical species and show biogeographical sense.

The areas defined by the overlapping distributions of species in each group can be considered as the main distribution patterns of vascular plants in Catalonia. For each group, we expose the spatial distribution, the most typical species and the traditional chorological element proportion of each group.

Key words: distribution patterns, *k-means*, *fuzzy-k-means*

RESUM

En aquest estudi es generen, mitjançant l'algorisme k-means, grups d'espècies de plantes vasculares tenint en compte la seva distribució a Catalunya, i es relacionen les espècies d'aquests grups amb els elements corològics tradicionals (definits considerant tot el món). Hem triat la partició en 11 grups com a òptima. D'aquests, 10 tenen espècies pròpies i sentit biogeogràfic.

Les àrees definides per la superposició de les distribucions de les espècies de cada grup es poden considerar com els principals patrons de distribució de les plantes vasculares a Catalunya. Exposem la seva distribució territorial, les seves espècies més típiques i les proporcions de cada element corològic tradicional dins del grup.

Mots clau: patrons de distribució, k-means, fuzzy-k-means

1. Departament de Biologia Vegetal (Unitat de Botànica), Universitat de Barcelona. Av. Diagonal 645, E-08028 Barcelona
*xfont@ub.edu

Introducció

La distribució de les espècies al territori ha interessat a biogeògrafs i ecòlegs des de fa temps (Montserrat-Martí & Montserrat-Martí 1990), al constatar que sovint entre espècies vegetals d'una ecologia semblant, existeix una relació positiva entre la seva abundància local i la seva distribució geogràfica (Brown 1984). Els biogeògrafs van començar a agrupar els tàxons en grups corològics segons la seva distribució territorial. Els grups així formats presenten unes àrees preferents, els anomenats territoris biogeogràfics; d'entre aquests, s'han emprat sobretot les regions biogeogràfiques. Hi ha espècies que s'ajusten molt bé a una regió de tal manera que li confereixen part de la seva personalitat, mentre que d'altres poden fer-se en més d'una regió (espècies pluriregionals).

Aquest estudi abasta el territori català, una àrea molt variada des dels punts de vista fisiogràfic i biogeogràfic (Bolòs 1985), estesa des dels cims dels Pirineus fins a les terres de l'Ebre. La diversitat d'unitats de relleu d'aquest territori origina una gran varietat de climes, fent que l'àrea sigui interessant per la seva alta biodiversitat (Bolòs 2001, Pausas *et al.* 2003). El nombre d'espècies que s'hi fan és molt elevat tenint en compte la seva superfície; en 31.900 km² trobem 3.297 espècies de cormòfits (Font *et al.* 2009).

A Catalunya hi trobem les regions biogeogràfiques Mediterrània, Eurosiberiana i Boreoalpina. En cada regió biogeogràfica trobem un element corològic predominant, acompanyat d'altres amb menor presència.

L'objectiu del treball és definir numèricament els principals patrons corològics de la flora vascular de Catalunya. Per a cada patró estudiem la seva distribució cartogràfica i les espècies que el presenten. En darrer lloc, relacionem aquests patrons amb els elements corològics tradicionals.

Material i mètodes

DADES COROLÒGIQUES I TERRITORI

Emprem com a unitat bàsica d'anàlisi del territori el quadrat UTM de 10 km de costat, atès que hi ha un gran volum de dades florístiques que es disposen a aquesta escala, recollides pel Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya (Font *et al.* 2009). Tot i la mida relativament gran de la unitat (100 km²), és un sistema de xarxa regular usat satisfactòriament en diversos estudis precedents (Pausas & Saéz 2000, Quadrada & Font 2001, Pausas *et al.* 2003).

En aquest estudi considerem 10 elements corològics tradicionals: Mediterrani (en sentit estRICTE), Oromediterrani, Submediterrani, Eurosiberià, Atlàntic, Boreoalpí, Pluriregional, Endèmic, Introduït i altres. Seguim a Bolòs *et al.* (2005) per adscriure cada espècie a un d'aquests elements corològics tradicionals.

ANÀLISI DE LES DADES

Les anàlisis estadístiques (transformació de matrius, *k-means* i *fuzzy c-means*) i la cartografia s'han realitzat amb el paquet de programes VegAna (de Càceres *et al.* 2007).

A partir de les citacions recollides al Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya s'ha generat una matriu de dades inicial binària amb 3.297 espècies i 385 quadrats UTM del territori. A partir d'aquesta matriu hem calculat la similitud entre espècies amb l'índex de Sørensen (1948); de la matriu simètrica de similituds hem obtingut la de distàncies, i hem realitzat l'anàlisi d'agrupació *k-means* (MacQueen 1967). *K-means* és un algorisme iteratiu de classificació que parteix de n objectes (espècies), que les agrupa en c grups; en el nostre cas hem fet 13 particions, de 2 a 14 grups. Hem utilitzat en tots els casos la validació *leave one out* (Oliva *et al.* 2001) i la reordenació es va realitzar 10.000 vegades a l'atzar.

Per valorar l'afinitat de les espècies a cada grup hem usat el descriptor estadístic "tipicalitat" (*typicality*) que resulta de l'anàlisi *fuzzy c-means* (Bezdek 1981, Bezdek 1987). Aquest estadístic pren valors d'entre 0 i 1; considerem que una espècie és pròpia d'un grup quan la seva tipicalitat en un grup supera en 0,3 tots els seus valors de tipicalitat vers altres grups. Per executar aquesta anàlisi hem emprat com a punt de partida l'anterior anàlisi *k-means*.

Per a cada grup hem generat un mapa de distribució amb la superposició de les distribucions de les espècies considerades més típiques, obtenint una representació cartogràfica de cada patró corològic amb una escala de 5 graus, de menor a major presència d'espècies.

Per relacionar aquests grups d'espècies amb els elements corològics tradicionals hem calculat el percentatge d'espècies de cada element corològic tradicional present en cadascun dels grups numèric obtinguts en aquest treball. En darrer lloc, calculem el percentatge que representa cada grup numèric dins de cada element corològic tradicional.

Resultats i discussió

DISTRIBUCIÓ DE LES ESPÈCIES EN GRUPS

De les 13 anàlisis d'agrupació *k-means* realitzades, de 2 a 14 particions, hem escollit la partició d'11 grups com a òptima, perquè a partir d'aquesta partició es discriminen grups d'espècies que es fan preferentment en un únic quadrat UTM, i per tant ja no es generen grups corològics amb un territori extens i més o menys continu.

En aquesta partició en 11 grups, obtenim 10 grups amb sentit biològic, amb espècies típiques i amb un territori ben delimitat, i un grup que considerem que no té sentit biològic, perquè no presenta cap espècie representativa del grup,

ja que cap espècie ha superat el llindar de tipicalitat esmentat a l'apartat de metodologia. Segurament aquest grup ha de tractar-se d'un artefacte del mètode emprat, ja que *k-means* no pot deixar cap espècie sense classificar, de manera que les espècies que no s'ajusten a cap dels patrons reconeguts són incloses en aquest darrer grup.

A continuació descrivim i comentem els 10 grups definits amb sentit biològic, ordenats pel tipus principal d'element corològic tradicional que presenten i de menor a major àrea geogràfica. Les àrees de distribució que defineixen aquests grups representen els principals patrons de distribució de la flora catalana.

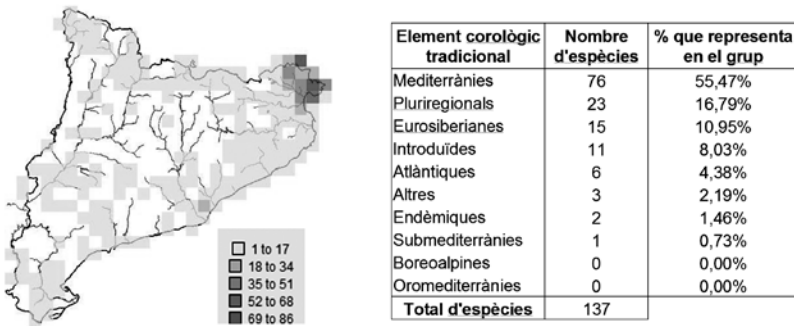
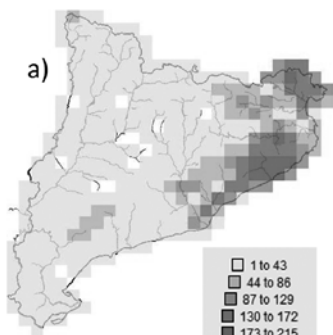


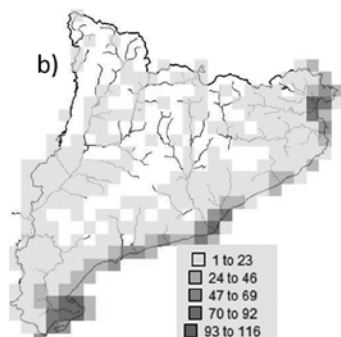
FIGURA 1: Distribució a Catalunya i dades corològiques del grup del Cap de Creus. Els diferents tons de gris indiquen el nombre d'espècies del grup presents a cada quadrat UTM, mentre que la taula de dades valora la participació dels diferents elements corològics tradicionals en el grup, en nombre d'espècies i en percentatge.

Grup del Cap de Creus (fig. 1). Té una distribució centrada al Cap de Creus i s'estén vers el nord, de manera que compren aproximadament el territori Ruscínic definit per Bolòs (2005). És un grup amb poques espècies (137) i només 27 amb una tipicalitat superior a 0,97. En són exemples: *Asplenium obovatum*, *Crassula vaillantii*, *Sedum andegavense*, *Medicago intertexta*, *Cneorum tricoccon*, *Allium chamaemoly*, *Carex acuta*, *Anthoxanthum aristatum*, *Orchis tridentata*, *Ranunculus tripartitus*, *Cheilanthes vellea*, *Arabis verna*, *Bunium bulbocastanum*, *Polycarpon polycarpoides*, *Chenopodium pumilio*, *Convolvulus siculus*, *Stachys brachyclada* i *Mentha cervina*. Ecològicament destaca l'agrupació d'espècies pròpies de comunitats acidòfiles obertes. Un 55,5% de les espècies d'aquest grup pertanyen a l'element Mediterrani.

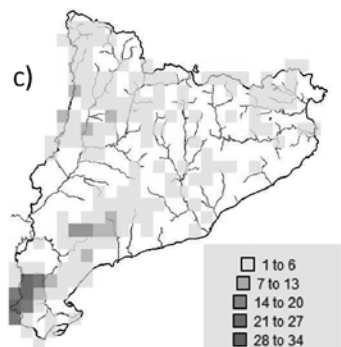
Grup Catalanídic septentrional (fig. 2a). Té una àrea de distribució litoral septentrional, que s'estén des del Barcelonès fins a l'alt Empordà, tot i que penetra a la Garrotxa. Hi trobem sobretot espècies acidòfiles, com són les dels prats d'annuals (*Helianthemion*) i de les sureres (*Quercion ilicis*). El grup presenta



Element corològic tradicional	Nombre d'espècies	% que representa en el grup
Mediterrànies	108	43,55%
Pluriregionals	50	20,16%
Eurosiberianes	46	18,55%
Introduïdes	30	12,10%
Atlàntiques	9	3,63%
Submediterrànies	2	0,81%
Oromediterrànies	1	0,40%
Endèmiques	1	0,40%
Altres	1	0,40%
Boreoalpines	0	0,00%
Total d'espècies	248	



Element corològic tradicional	Nombre d'espècies	% que representa en el grup
Mediterrànies	66	42,58%
Pluriregionals	46	29,68%
Introduïdes	29	18,71%
Altres	7	4,52%
Eurosiberianes	6	3,87%
Endèmiques	1	0,65%
Boreoalpines	0	0,00%
Oromediterrànies	0	0,00%
Submediterrànies	0	0,00%
Atlàntiques	0	0,00%
Total d'espècies	155	



Element corològic tradicional	Nombre d'espècies	% que representa en el grup
Oromediterrànies	18	40,91%
Mediterrànies	13	29,55%
Eurosiberianes	4	9,09%
Endèmiques	4	9,09%
Submediterrànies	2	4,55%
Atlàntiques	1	2,27%
Pluriregionals	1	2,27%
Introduïdes	1	2,27%
Boreoalpines	0	0,00%
Altres	0	0,00%
Total d'espècies	44	

FIGURA 2. Distribució a Catalunya i dades corològiques dels grups Catalanídic septentrional (a), Litoral (b) i de les Muntanyes Catalanídiques meridionals (c). Els diferents tons de gris indiquen el nombre d'espècies del grup presents a cada quadrat UTM, mentre que les taules de dades valoren la participació dels diferents elements corològics tradicionals a cada grup, en nombre d'espècies i en percentatge.

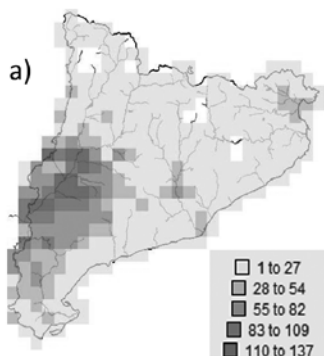
248 espècies, de les quals més de la meitat (130) tenen una tipicalitat superior o igual a 0,98; com exemples trobem: *Aristolochia rotunda*, *Crassula tillaea*, *Calicotome spinosa*, *Genista triflora*, *Vicia bithynica*, *Helianthemum guttatum*, *Quercus suber*, *Stachys arvensis*, *Tolpis barbata*, *Briza maxima* i *Aira cupaniana*. Destaca la proporció d'espècies de l'element Mediterrani (43,5%) enfront al Pluriregional (20,1%), l'Eurosiberià (18,5%) i el d'Introduïdes (12,1%).

Grup Litoral (fig. 2b). La distribució del grup s'estén al llarg del litoral, però centrat en tres punts: els aiguamolls de l'Empordà, el delta del Llobregat i el delta de l'Ebre. Les espècies del grup són típiques de zones d'aiguamolls litorals, llacunes endorreiques continentals i sòls sorrenes. És un grup amb un forta especialització ecològica. Conté 155 espècies, de les quals 74 tenen una tipicalitat superior a 0,97; en són exemples: *Thymelaea hirsuta*, *Eryngium maritimum*, *Echinophora spinosa*, *Euphorbia peplis*, *Euphorbia paralias*, *Limonium narbonense*, *Limonium virgatum*, *Plantago crassifolia*, *Aster tripolium*, *Ammophila arenaria*, *Sporobolus pungens* i *Panicum repens*. Un 42,6% d'aquestes espècies pertanyen a l'element Mediterrani, un 30% al Pluriregional i un 18,7% al d'Introduïdes.

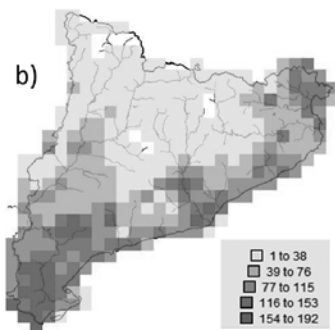
Grup de les Muntanyes Catalanídiques meridionals (fig. 2c). Presenta una distribució en forma d'arc que comença als Prepirineus (Montsec), i segueix per les muntanyes Catalanídiques: Montserrat, Montsant i Ports de Beseit, on trobem el seu màxim. Únicament presenta 44 espècies, amb tipicalitats que van de 0,78 a 0,42. Hi predominen les espècies calcícoles, com ara: *Thymus willkommii*, *Salvia aethiopsis*, *Galium verticillatum*, *Hieracium aragonense*, *Pimpinella gracilis*, *Minuartia hamata*, *Cynosurus elegans*, *Arceuthobium oxycedri*, *Poa flaccidula* i *Erimacea anthyllis*. Els elements que presenten més espècies són l'Oromediterrani (40,91%) i el Mediterrani (29,5%).

Grup de les Planes de Lleida (fig. 3a). El grup s'estén per les planes de Lleida, sud-oest del territori Català. Correspon força bé al territori Sicòric definit per Bolòs *et al.* (2005). El grup està format per espècies mediterrànies de caràcter continental. És poc nombrós, ja que inclou 161 espècies típiques; només la meitat (81) tenen una tipicalitat superior a 0,97. Algunes d'aquestes són: *Hedysarum confertum*, *Sisymbrium runcinatum*, *Matthiola fruticulosa*, *Malcolmia africana*, *Biscutella auriculata*, *Helianthemum hirtum*, *Malva aegyptia*, *Salsola vermiculata*, *Nonea micrantha*, *Crucianella patula*, *Stipa parviflora* i *Lygeum spartum*. Els elements florístics que s'hi presenten en una major proporció són el Mediterrani (60,25%) i el Pluriregional (31,6%).

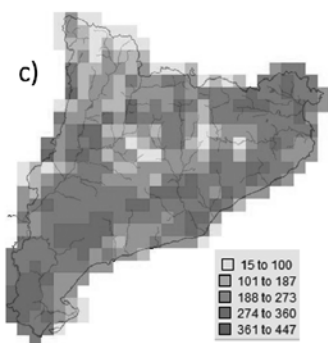
Grup de Terra baixa (fig. 3b). L'àrea d'aquest grup correspon a la terra baixa (Bolòs 1985). Consta de 221 espècies, però únicament 98 tenen una tipicalitat superior a 0,97. S'hi troben espècies ruderals i arvenses i alguns tàxons propis dels alzinars. Algunes de les que tenen una tipicalitat màxima són: *Ceratonlia siliqua*, *Ulex parviflorus*, *Anthyllis tetraphylla*, *Fumaria capreolata*, *Alyssum maritimum*, *Fumana laevipes*, *Bupleurum fruticosum* *Sideritis romana*, *Phagnalon saxa-*



Element corològic tradicional	Nombre d'espècies	% que representa en el grup
Mediterrànies	97	60,25%
Pluriregionals	50	31,06%
Introduïdes	6	3,73%
Eurosiberianes	2	1,24%
Oromediterrànies	2	1,24%
Endèmiques	2	1,24%
Altres	2	1,24%
Boreoalpines	0	0,00%
Submediterrànies	0	0,00%
Atlàntiques	0	0,00%
Total d'espècies	161	

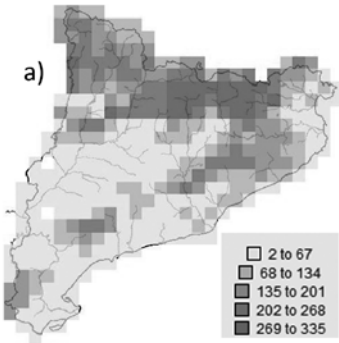


Element corològic tradicional	Nombre d'espècies	% que representa en el grup
Mediterrànies	140	63,35%
Pluriregionals	46	20,81%
Introduïdes	24	10,86%
Altres	4	1,81%
Eurosiberianes	3	1,36%
Submediterrànies	2	0,90%
Boreoalpines	1	0,45%
Oromediterrànies	1	0,45%
Atlàntiques	0	0,00%
Endèmiques	0	0,00%
Total d'espècies	221	

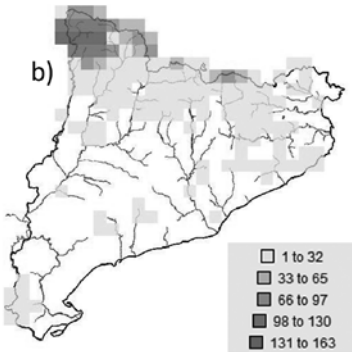


Element corològic tradicional	Nombre d'espècies	% que representa en el grup
Pluriregionals	180	40,00%
Mediterrànies	164	36,44%
Eurosiberianes	52	11,56%
Introduïdes	33	7,33%
Submediterrànies	14	3,11%
Oromediterrànies	4	0,89%
Boreoalpines	1	0,22%
Atlàntiques	1	0,22%
Endèmiques	1	0,22%
Altres	0	0,00%
Total d'espècies	450	

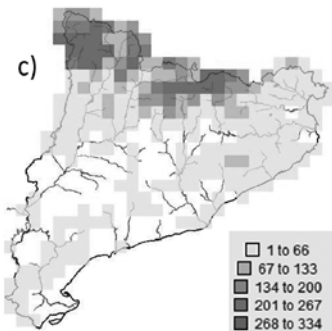
FIGURA 3. Distribució a Catalunya i dades corològiques dels grups de les Planes de Lleida (a), de la Terra baixa (b) i d'Àmplia distribució (c). Els diferents tons de gris indiquen el nombre d'espècies del grup presents a cada quadrat UTM, mentre que les taules de dades valoren la participació dels diferents elements corològics tradicionals a cada grup, en nombre d'espècies i en percentatge.



Element corològic tradicional	Nombre d'espècies	% que representa en el grup
Eurosiberianes	223	61,43%
Submediterrànies	45	12,40%
Pluriregionals	36	9,92%
Oromediterrànies	23	6,34%
Mediterrànies	14	3,86%
Boreoalpines	10	2,75%
Introduïdes	9	2,48%
Atlàntiques	3	0,83%
Endèmiques	0	0,00%
Altres	0	0,00%
Total d'espècies	363	



Element corològic tradicional	Nombre d'espècies	% que representa en el grup
Boreoalpines	147	69,01%
Eurosiberianes	37	17,37%
Atlàntiques	16	7,51%
Pluriregionals	4	1,88%
Introduïdes	4	1,88%
Oromediterrànies	3	1,41%
Mediterrànies	1	0,47%
Submediterrànies	1	0,47%
Endèmiques	0	0,00%
Altres	0	0,00%
Total d'espècies	213	



Element corològic tradicional	Nombre d'espècies	% que representa en el grup
Boreoalpines	204	56,04%
Eurosiberianes	112	30,77%
Oromediterrànies	18	4,95%
Introduïdes	7	1,92%
Submediterrànies	6	1,65%
Atlàntiques	6	1,65%
Pluriregionals	6	1,65%
Mediterrànies	3	0,82%
Endèmiques	1	0,27%
Altres	1	0,27%
Total d'espècies	364	

FIGURA 4. Distribució a Catalunya i dades corològiques dels grups de la Muntanya mitjana (a), de la Vall d'Aran (b) i d'Alta muntanya (c). Els diferents tons de gris indiquen el nombre d'espècies del grup presents a cada quadrat UTM, mentre que les taules de dades valoren la participació dels diferents elements corològics tradicionals a cada grup, en nombre d'espècies i en percentatge.

tile, *Anacyclus valentinus* i *Galactites tomentosa*. Gairebé un 64% de les espècies del grup pertanyen a l'element Mediterrani; també podem destacar el 20,8% d'espècies de l'element Pluriregional i un 10,8% de l'Introduït. És rellevant en aquest grup l'elevat nombre d'espècies introduïdes, que s'han adaptat bé a l'àrea de la Terra baixa.

Grup d'Àmplia distribució (fig. 3c). Es tracta d'un grup format per espècies mediterrànies d'àmplia distribució a Catalunya. Totes són espècies comunes que es fan a tot el territori i defugen només l'alta muntanya pirinenca. Els quadrats UTM del centre de Catalunya amb un nombre baix d'espècies es deuen sobretot a la manca de mostreig en aquests territoris. És el grup més nombrós, amb 450 espècies; d'aquestes, 351 tenen una tipicalitat igual o superior a 0,98. En són exemples: *Pinus halepensis*, *Juniperus oxycedrus*, *Rubus ulmifolius*, *Psoralea bituminosa*, *Fumana ericoides*, *Rhamnus alaternus*, *Eryngium campestre*, *Alnus glutinosa*, *Corylus avellana*, *Quercus coccifera*, *Quercus ilex*, *Parietaria officinalis*, *Chenopodium album*, *Convolvulus arvensis* i *Thymus vulgaris*. Un 40% de les espècies del grup pertanyen a l'element Pluriregional, i un 36,4% a l'element Mediterrani.

Grup de la Muntanya mitjana (fig. 4a). La distribució del grup segueix les serralades del territori, i correspon força bé a la muntanya mitjana humida, o regió biogeogràfica Eurosiberiana de Bolòs (1985). El grup està format sobretot per espècies de les pastures mesòfiles (*Festuco-Brometea*) i de les rouredes. És un grup amb un nombre alt d'espècies (363), de les quals el 60% tenen una tipicalitat superior o igual a 0,98 (217 espècies). En són exemples: *Vicia sepium*, *Lathyrus pratensis*, *Trifolium ochroleucon*, *Lasergitium latifolium*, *Salix caprea*, *Fraginus excelsior*, *Euphrasia stricta*, *Rhisanthus pumilus*, *Valeriana officinalis* i *Carex caryophylla*. Un 61,4% de les espècies d'aquest grup formen part de l'element Eurosiberià.

Grup de la Vall d'Aran (fig. 4b). La distribució del grup és clarament Pirinenca, concentrada al Pirineu central (Vall d'Aran). El grup presenta 213 espècies, 119 de les quals tenen un tipicalitat superior o igual a 0,98. En són bons exemples: *Lycopodium alpinum*, *Saxifraga praetermissa*, *Trifolium badium*, *Meconopsis cambrica*, *Viola cornuta*, *Angelica razulii*, *Scleranthus uncinatus*, *Arctostaphylos alpinus*, *Primula farinosa*, *Stachys alopecuroides* i *Leuzea centauroides*. Presenta una major proporció d'espècies de l'element Borealpi (69%) i de l'Eurosiberià (17,3%).

Grup d'Alta muntanya (fig. 4c). S'estén al llarg del Pirineu i del Prepirineu i correspon a la vegetació d'alta muntanya, en concret, a la regió borealpina definida per Bolòs (1985). El grup és força nombrós (364 espècies), de les quals 265 (72,8%) tenen una tipicalitat superior a 0,97. En són exemples: *Saxifraga moschata*, *Polygonum viviparum*, *Silene acaulis*, *Rhododendron ferrugineum*, *Vaccinium uliginosum*, *Primula integrifolia*, *Soldanella alpina*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Homogyne alpina*, *Juncus trifidus* i *Agrostis rupestris*. Un 56% de les espècies d'aquest grup pertanyen a l'element Borealpi, i un 30,7% a l'Eurosiberià.

RELACIÓ DELS GRUPS AMB ELS ELEMENTS COROLÒGICS TRADICIONALS

De les 3.297 espècies de partida, el 71% són classificades com a típiques d'algun grup amb sentit biològic. Destaquen el percentatge d'espècies classificades dels elements Pluriregional, Boreoalpí, Mediterrani i Eurosiberià (taula 1). Els elements corològics tradicionals Endèmic, Introduït i Altres són els que tenen, en percentatge, menys espècies classificades, ja que les distribucions d'aquestes espècies són les que menys segueixen els patrons corològics obtinguts.

TAULA 1. Nombre d'espècies de cada element corològic tradicional classificades en algun dels grups numèrics generats a l'estudi

Element corològic	Nombre d'espècies	Percentatge d'espècies
Pluriregional	442	80,8%
Boreoalpí	363	80,3%
Mediterrani	682	73,6%
Eurosiberià	500	72,8%
Submediterrani	73	70,2%
Oromediterrani	70	64,8%
Atlàntic	42	56,8%
Altres	18	47,4%
Introduït	154	46,8%
Endèmic	12	40,0%
Total classificades	2.356	71%

A la taula 2 trobem la repartició dels element corològics tradicionals en els grups obtinguts numèricament. Podem veure que els elements corològics mostren una notable preferència per alguns dels patrons de distribució generats, com per exemple l'element Boreoalpí pel patró de la Vall d'Aran i pel d'Alta muntanya, l'element Eurosiberià pel patró de Muntanya mitjana, l'element Submediterrani pel patró de Muntanya mitjana, l'element Pluriregional pel d'Àmplia distribució, i l'element Atlàntic pel patró de la Vall d'Aran.

De tota manera, com podem veure a la taula 2 gairebé cada element corològic tradicional és present a diversos grups numèrics, ja que els elements corològics tradicionals estan definits a gran escala, i a petita escala es barregen degut a la diversitat fisiogràfica i bioclimàtica que tenen les unitats elementals de territori (quadrats UTM).

TAULA 2. Percentatge de cada element corològic tradicional present a cada grup.

Element corològic tradicional	Cap de Creus	Septentrional	Litoral	Muntanyes Catalàniques del sud	Planes de Lleida	Terra baixa	Àmplia distribució	Prineus centrals	Muntanya mitjana	Alta muntanya
Pluriregional	5,2%	11,3%	10,4%	0,2%	11,3%	10,4%	40,7%	0,9%	8,1%	1,4%
Boreoalpí	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,3%	40,5%	2,8%	56,2%
Mediterrani	11,1%	15,8%	9,7%	1,9%	14,2%	20,5%	24,0%	0,1%	2,1%	0,4%
Eurosiberià	3,0%	9,2%	1,2%	0,8%	0,4%	0,6%	10,4%	7,4%	44,6%	22,4%
Submediterrani	1,4%	2,7%	0,0%	2,7%	0,0%	2,7%	19,2%	1,4%	61,6%	8,2%
Oromediterrani	0,0%	1,4%	0,0%	25,7%	2,9%	1,4%	5,7%	4,3%	32,9%	25,7%
Atlàntic	14,3%	21,4%	0,0%	2,4%	0,0%	0,0%	2,4%	38,1%	7,1%	14,3%
Altres	16,7%	8,3%	8,3%	33,3%	16,7%	0,0%	8,3%	0,0%	0,0%	8,3%
Introduït	7,1%	19,5%	18,8%	0,6%	3,9%	15,6%	21,4%	2,6%	5,8%	4,5%
Endèmic	16,7%	5,6%	38,9%	0,0%	11,1%	22,2%	0,0%	0,0%	0,0%	5,6%

Conclusions

A partir de les espècies de plantes vasculares de Catalunya es poden definir numèricament 10 grups que tenen una àrea de distribució preferent més o menys contínua i espècies poc o molt típiques. Aquestes àrees corresponen als principals patrons de distribució de les plantes vasculares a Catalunya.

Aquests patrons de distribució guarden certa relació amb les regions biogeogràfiques. Podem reconèixer set grups amb caràcter mediterrani, un eurosiberià, un boreoalpí i un darrer, la Vall d'Aran, de caràcter intermedi entre aquests dos últims. Alguns elements corològics tradicionals tenen preferència per certs grups numèrics generats; així l'element Oromediterrani el trobem en el grup de les Muntanyes catalàniques meridionals; l'element Pluriregional al grup d'Àmplia distribució; l'element Atlàntic a la Vall d'Aran; l'element Mediterrani a Terra baixa; l'element Eurosiberià a la Muntanya mitjana i l'element Boreoalpí en el grup d'Alta muntanya.

Bibliografia

- BEZDEK, J. C. 1981. *Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms*. Plenum press, New York.
- BEZDEK, J. C., 1987. Some non-standard clustering algorithms. In: Legendre, P & Legendre, L. (eds.), *Developments in numerical ecology*: 225-87. Springer, Berlin.

- BOLÓS, O. 1985. *Corologia de la flora del Països Catalans, volum introductori*. IEC, Secció de ciències, Barcelona. ORCA: notícies i comentaris, vol. 1.
- BOLÓS, O., VIGO, J., MASALLES, R. M. & NINOT, J. M. 2005. *Flora Manual dels Països Catalans*, 3ed. Pòrtic, Barcelona.
- BROWN, J. H. 1984. On the relationship between abundance and distribution of species. *Am. Nat.* 124: 255-279.
- DE CÁCERES, M., FONT, X., OLIVA, F. & VIVES, S. 2007. Ginkgo, a program for non-standard multivariate fuzzy analysis. *Adv. in Fuzzy Sets & Systems* 2(1): 41-56.
- FONT, X., DE CÁCERES, M. & QUADRADA, M. 2001. La biodiversitat de Catalunya. *L'Atzavara* 9: 57-58.
- FONT, X.; QUADRADA, R. & de CÁCERES, M., 2009. *Banc de dades de Biodiversitat de Catalunya*. <http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html>. Pàgina visitada el gener de 2009.
- MACQUEEN, J. 1967. Some methods for classification and analysis of multivariate observations. In: LE CAM, L.M. & NEYMAN, J. (eds.), *Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*: 281-297. University of California Press, Berkeley, California.
- MONTERRAT-MARTÍ, G. & MONTERRAT-MARTÍ, J. 1990. Rareza y vulgaridad en la flora de áreas de montaña: el ejemplo de la transición climática atlánticomediterránea en el Pirineo. In: GARCÍA-RUIZ, J. M. (ed.), *Geoecología de las áreas de montaña*: 145-193. Geoforma Ediciones, Logroño.
- OLIVA, F., DE CÁCERES, M., FONT, X. & CUADRAS, C.M. 2001. *Contribuciones desde una perspectiva basada en proximidades al fuzzy k-means clustering*. Congreso SEIO, Úbeda, Espanya.
- PAUSAS, J. G. & SAEZ, L. 2000. Pteridophyte richness in the NE Iberian Peninsula: biogeographic patterns. *Plant Ecology* 148: 195-205.
- PAUSAS, J.G., CARRERAS, J., FERRÉ, A. & FONT, X. 2003. Coarse-scale plant species richness in relation to the environment and environment heterogeneity. *J. Veg. Sci.* 14: 661-668.
- QUADRADA, R.V. & FONT, X. 2001. *Mapas de distribución probabilística de plantas vasculares en Cataluña*. XVIII Jornadas de Fitosociología, León
- SÖRENSEN, T. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab.* 5 (4): 1-34.

Estudios taxonómicos en el género *Oreochloa* (Poaceae)

Hector Arráiz^{1*}, Carmen Acedo¹ & Félix Llamas¹

.....

ABSTRACT

Taxonomic studies in the genus *Oreochloa* (Poaceae)

The genus *Oreochloa* includes four orophilous European species. *Oreochloa confusa* Rouy and *O. blanka* Deyl. occur in the Cantabrian and Pyrenean ranges, the most important part of their distribution areas in the Iberian peninsula. To help in the differentiation among species in the genus we made a taxonomic study taking into account 34 morphological and 10 anatomical characters. We studied material conserved in the Herbaria B, BCN, G, LEB y MA. The obtained data were analyzed using the Gower index, and grouped with PCoA and UPGMA.

Key words: *Seslerieae*, numerical taxonomy, anatomy, morphology, identification key

RESUMEN

El género *Oreochloa* Link incluye cuatro especies orófilas europeas. *Oreochloa confusa* Rouy y *O. blanka* Deyl. viven en la Cordillera Cantábrica y en los Pirineos, como zonas principales en la península Ibérica. Su distribución incluye además las principales áreas montañosas europeas: Alpes y Cárpatos. Para una mejor diferenciación de las especies del género, hemos realizado un estudio taxonómico basado en caracteres morfoanatómicos. Se han estudiado 34 caracteres morfológicos y 10 anatómicos. Se estudió material del género conservado de los herbarios B, BCN, G, LEB y MA. Los métodos estadísticos utilizados para el análisis son el índice de Gower y UPGMA.

Palabras clave: *Seslerieae*, taxonomía numérica, anatomía, morfología, clave de indentificación

Introducción

El género *Oreochloa* se incluye actualmente en la tribu *Seslerieae* (Quintanar *et al.* 2007) de la familia *Poaceae*, al igual que *Sesleria* y *Echinaria*. Propuestas anteriores incluían además *Ammochloa* (Deyl 1980), que ahora se encuentra en la tribu *Aveneae*.

Ante la práctica ausencia de estudios del género *Oreochloa* y las dificultades de identificación con las claves al uso; este trabajo tiene como objetivo realizar

1. Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental (Botánica), Universidad de León. Campus de Vegazana, E-24071 León (España)

*h.arraiz@unileon.es

un análisis de la distribución del género, un primer análisis taxonómico basado en caracteres anatómicos y morfológicos, para valorar cuáles son diagnósticos en la identificación de los individuos pertenecientes a cada taxon. Por último, para facilitar la identificación, se elaboró una clave para las especies del género.

Material y métodos

La revisión se ha realizado a partir de ejemplares recolectados y de material desecado (tabla 1), depositado en los siguientes herbarios: B (Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, Zentraleinrichtung der Freien Universität Berlin. Berlín, Alemania); BCN (Universitat de Barcelona. Barcelona, España); G (Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève. Ginebra, Suiza); LEB (Herbario Dr. Jaime Andrés Rodríguez de la Universidad de León. León, España) y MA (Real Jardín Botánico, Madrid, España).

TABLA 1. Resumen del material estudiado representativo de cada taxon, con indicación de la localidad y datos de recolección

<p><i>Oreochloa blanka</i>. ANDORRA. Estany dels Meners de la, 26/07/2005, C. Aedo, I. Aizpuru & J. Pedrol, MA 732163. ESPAÑA. Cantabria: Peña Prieta, 14/09/1992, 2538 m, J. Busqué, MA 681739. Pico Tres Provincias, 24/08/1995, Moreno Moral, MA 561327. Huesca: Subida a la Maladeta desde la Renclusa, 23/07/1975, G. López, G. Moreno & E. Valdés, MA 200955. Subida al Collado de Vallibierna, 17/08/1984, I. Aizpuru & P. Catalán, MA 364833. Valle del Trigoniero, 21/07/00, C. Aedo & J. Pedrol, MA 647293. Lérida: Lago Puis, 07/08/1983, M. Luceño, MA 446706. Lago Rius, 05/08/1983, 2350 m, M. Luceño, MA 446701. Montarto, 06/08/1984, A. M. Hernández, MA 541785. Saloria, 14/07/1981, Jordi Carreras i Raurell, BCN 49939. Sola el Port de Rus, 02/08/1979, A. Carrillo & J.M. Ninot, BCN 49941. Tuc de Saboredo, 09/08/1981, A. Carrillo & J.M. Ninot, LEB 30240. Palencia: Curavacas, vertiente norte, 15/07/1985, M. Luceño & P. Vargas, MA 447567. Curavacas V.J. Arán & M^a.J. Tohá, MA 590914. Subida al Curavacas, 02/09/1983, S. Rivas-Martínez et al. LEB 33128. FRANCIA. Altos Pirineos: Massif du Puigmale d'Err, 10/07/1991, J. Lambinón, MA 562455. Migouelou, 08/1974, P. Sotiaux, MA 647627. Pic Blanc, 08/1863, Bordère, MA 147261. Ariège: Ariège, 21/06/1980, Mailho, MA 9085. Etang Blau, 30/08/2002, Aedo, Aizpuru & Pedrol. MA 700713. Pirineos Orientales: Subiendo al Canigó, 31/07/1980, O. de Bolós et al. BCN 49943.</p>	<p><i>Oreochloa confusa</i>. Álava: Santa Cruz de Campezo, 25/04/1979, P. Catalán & L. Villar, MA 378215. Burgos: Castilla: Pancorbo, Bugedo, Valverde, 05/1906, Sennen & Elias, BCN 49952 & BCN 49953. Monte encina de S. Miguel de Bardauri, Junio, BCN 49954. Cantabria: Pica del Jierro, 31/07/2007, Llamas & Acedo (LEB). Villaescusa de Ebro, 28/05/1985, Aedo, Herrá, Lainz & Loriente, MA 681756. Cuenca: Estrecho Volcán aguas debajo de Valsalobre, 18/06/2005, 1280 m, Óscar García Cardo, MA 736366. Hoz de Beteta, 13/05/1933, A. Caballero, MA 9109. Sierra de Valdemeca, 18/07/1984, Ginés, MA 445513. Guadalajara: Campisábalos, 08/06/1980, A. Segura Zubizarreta, MA 367226. Somolinos, 08/06/1980, Roca caliza, A. Segura Zubizarreta, MA 361978. La Rioja: Brieva de Cameros, 13/04/1994, J.A. Alejandre, MA 554990. Ribabellosa, 19/05/1978, A. Segura Zubizarreta, MA 360327. San Millán de la Cogolla, sierra de la Demanda, Cabeza Parda, 08/07/1992, M. L. Gil Zúñiga, I. Gil, P. Vargas & J. A. Alejandre, MA 547453. León: Felmán, 05/06/2005, F. Llamas (LEB), Puebla de Lillo, 19/07/2007, H. Arráziz, C. Acedo & F. Llamas (LEB). Navarra: Paso de Oskia, P. Catalán & I. Aizpuru, MA 364262. Palencia: Peña Redonda, 06/2009, H. Arráziz, A. Alonso, C. Acedo & F. Llamas (LEB). Velilla del Río Carrión, 11/07/1997, 1400 m, V.J. Arán & M^a J. Tohá, MA 590909.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

***Oreochloa disticha*. AUSTRIA. Carintia:** Gartnerkofel, Baschant, B 100293872*. Oberhalb des Glooknerhauses in der Nahe eines Schneerestes, 27/07/1899, *Roman Schulz*, B 100293886. **Estiria:** Koralpe, 13/07/1974, 2100 m, *F. Jacquemoud*, G 162087. **Salzburgo:** Bad Gastein, 07/1902, *Rensch*, B 100293879. Hohe Tauern, 18/07/1994, *R. K. Eberwein & E. Vitek*, MA 642183. In declivibus petrosis montis Goldberg ad Rauris, *Eysn.*, B 100293857. Krimml, Arbeskogel, 19/07/1927, *R. Gross*, B 100293955. **Tirol:** Fassathal, Zangenberg, 01/08/1903, *J. Bornmüller*, MA 9088. Kleines Iseltal, 08/1934, *H. Beger*, B 100293957. Nürnberger, 03/08/1911, *St. Lager*, MA 165960. Ostenlache, 25/07/1969, *S. Pignati*, MA 360334. Westhang Iestkogel. Geissbachtal, 10/07/1974, *Patricia Geissler*, G 162089. **ESLOVAQUIA.** Magna Tatra, 08/1922, *A. Margittai*, MA 187543. Montes Vysoké Tatry, 28/07/1931, *Vlad. Krajina*, B 100293916. **ITALIA. Bérgamo:** Val di Scalve, 31/07/1911, G 162091. **POLONIA. Pequeña Polonia.** Kasprow& Wjersch, 15/06/1961, *W. Hempel*, B 100293950. **RUMANÍA. Bistrita-Nasaud:** Rodnaer Alpen, 01/07/1957, *Baschant*, B 100293870. **Valcea:** Montibus Paring inter montes Dengher& et Papusa, 13/07/1960, *Al. Buia, C. Malos & M. Pauu*, MA 178169. **SUIZA. Grisons:** Pontresina, Morteratsch, Pso. Del Bernina, Lejner, 18/07/1990, 2250-2300, *S. Castroviejo et al.*, MA 493873. Val Avers, 08/1926, 2600, *Frau E. Koch*, MA 462418.

***Oreochloa seslerioides*. FRANCIA. Alpes Marítimos:** Alpes de Saint Etienne, 13/08/1865, *Casvet*, G 162045 . Broussailles des sous-Alpes sur Faët, 07/1863, *E. Rostand*, G 162029 . Col de Tende, 07/1843, *Reuter*, G 190886. Col de Tende, *Boissier*, G 162020. Pres de la Madone de Fenestre, 06/07/1871, *Reuter*, G 162027 . Estenc, Roche Grande, 23/08/1875, *Boissier*, G 162040 , G 162041 . Sommet du Col de Fenestrelle, 23/07/1876, *E. Burnat*, G 162016 . Sant Dalmas le Sauvage, 31/07/1887, *E. Burnat*, G 162017 . **Altos Alpes:** Mont Viso a la Traversette, 10/08/1891, Saint-Lager, G 162038 . Ristolas, entre el belvédère du Viso et le Col de la Traversette, 06/08/1984, *A. Charpin*, G 162010. Tende, 20/08/1979, *H. Rabijns & G. Van Buggenhout*, G 162051. Viso a la Traversette, 29/08/1969, *D.Huet*, G 162042 . **Saboya:** Alpes de Pramol., Val St.Martin, G 162057. **ITALIA. Cuneo:** Col de l'Abisso, 22/08/1879, *J. Vetter*, G 162053 . Entre le Bochim dell'Aseo et el lago Raschiera, 26/07/1985, *A. Chapin & R. Salanar*, G 102009. Entre le Rifugio Valcaira et le Colla dell Pizzo, 04/08/1982, *A. Chapin & R. Salanar*, G 162011. Proximité a Rifugio Garelli, 06/07/1973, *A. Charpin*, G 162012. **Turin:** Alpes Vandoises sur Pignerol, 07/1882, *Rostan*, G 162030 & G 162032 . Valchiusella, 02/08/1993, *David Aeischmann*, G 162018.

TAXONES EN ESTUDIO

Oreochloa confusa (Coincy) Rouy Fl. France, 14: 168. 1913. Según el material estudiado es un taxon endémico de la Península Ibérica, endémico de las calizas de la Cordillera Cantábrica y el extremo oriental del Sistema Central.

Oreochloa blanka Deyl Op. Bot. Cech. III. 244 (1946). Por el material depositado en los herbarios estudiados observamos que es una especie silicícola de distribución pirenaica, con poblaciones disjuntas en las zonas silíceas de la Cordillera Cantábrica de Palencia, Cantabria y León.

Oreochloa disticha (Wulfen) Link Hort. Berol. i. 44 (1827). Tras el estudio de los pliegos revisados vemos que es el taxon que habita zonas silíceas de los Alpes Orientales y Cárpatos.

Oreochloa seslerioides (All.) K. Richt. Pl. Europ. i. (1889) 78. Tras la revisión del material de herbario vemos que es una especie de carácter silicícola presente en el área occidental del macizo alpino.

Para los estudios anatómicos se realizaron cortes transversales de la lámina foliar, a mano alzada, que se montaron en preparaciones extemporáneas (Metcalfe 1960, Acedo & Llamas 1999).

En ambos casos, una vez conocida la variación de los caracteres del género, se elaboró un listado que sirvió de base para la obtención de datos a procesar para el análisis numérico. Se procuró utilizar siempre individuos adultos, lo que no supone necesariamente que en ellos fuese posible estudiar todos los caracteres. Todos los caracteres estudiados, estados de carácter y la codificación para análisis posteriores, se recogen en la tabla 2.

ANÁLISIS NUMÉRICO

Con los datos obtenidos del estudio de 3 individuos por población de 80 poblaciones de los cuatro táxones en estudio, 19 de *Oreochloa confusa*, 22 de *O. blanka*, 20 de *O. disticha* y 19 de *O. seslerioides*, se realizó un análisis numérico. Se diferenciaron dos tipos de caracteres: cualitativos (binarios, multiestado ordenados y multiestado desordenados) y cuantitativos. Para la toma de datos para el análisis numérico, se compararon valores en varios individuos, con el fin de conocer con más exactitud la variación existente en una misma población, así como las diferencias entre los diferentes táxones en estudio.

A partir de la matriz inicial obtenida se calculó la matriz de similitud mediante el coeficiente de similitud general de Gower (Gower 1971), que permite trabajar conjuntamente con caracteres cuantitativos (binarios o multiestado) y cualitativos.

El primer paso del análisis, consistió en la transformación de los caracteres cualitativos. Para ello éstos se ordenaron según su categoría. Los caracteres cualitativos binarios de presencia-ausencia se codificaron mediante los valores numéricos 1 y 0 respectivamente, al igual que los cualitativos biestado, pues a efectos de cálculo no se diferencian. Los caracteres cualitativos multiestado, tanto si eran ordenados (con una secuencia lógica) o no ordenados (sin ella) se codificaron de igual modo, de forma que a cada estado que presenta cada carácter cualitativo se le adjudica un valor numérico, empleando siempre números positivos.

Con la matriz de datos y mediante el programa SYN-TAX 2000 (Podani 1994, 2001) para determinar el número de grupos en estudio se realizó un análisis de coordenadas principales -PCoA (Gower 1966).

Posteriormente, y aplicando el coeficiente de Gower (Gower 1971), se obtuvo una matriz en la que los valores indican la similitud (que se transforma en disimilitud) entre cada pareja de individuos. Se continuó este estudio con un análisis de clasificación automática (*clustering*) de tipo UPGMA (Sokal & Mi-

chener 1958) y WPGMA (Sneath & Sokal 1973) sobre la matriz de disimilitud. En ambos métodos se realiza el agrupamiento teniendo en cuenta la menor distancia dentro de la matriz de disimilitud y recalculando dicha matriz a cada paso. La diferencia entre los métodos UPGMA y WPGMA es que en el primero sí se tiene en cuenta el número de objetos que componen cada grupo (*cluster*), mientras que en segundo los grupos pequeños y los grupos grandes aportan el mismo valor.

Resultados y discusión

RESULTADOS MORFOANATÓMICOS

Tras la revisión del material estudiado se eligieron los caracteres para el análisis numérico: se seleccionaron 44 caracteres en los que se habían observado diferencias entre táxones. Los más constantes, y por tanto de mayor valor taxonómico son los caracteres anatómico-foliare, siendo la disposición del esclerénquima el mejor carácter diagnóstico: una capa continua de esclerénquima subepidérmico en *Oreochloa blanka*, haces trabados con columnas completas de esclerénquima en *O. seslerioides*, pequeños casquetes de esclerénquima enfrentados a los haces vasculares hacia las dos caras de la lámina y en los extremos de la misma en *O. confusa* y como grandes casquetes hacia la cara abaxial en *O. disticha*.

Entre los caracteres morfológicos es diagnóstico el último nudo del tallo (exerto en *Oreochloa seslerioides* a diferencia del resto del género que lo presenta oculto en la última vaina); el indumento del raquis (peloso en *O. disticha*, escábrido en *O. confusa*, glabro en *O. seslerioides*), el hábito de la planta (cespitosas en *O. disticha* y *O. blanka*), o la longitud de los pelos de los márgenes de las páleas (largos en *O. blanka* y *O. disticha*; cortos en *O. seslerioides* y *O. confusa*).

TAXONOMÍA NUMÉRICA

Mediante el análisis de coordenadas principales (PCoA) se han identificado 4 grupos de individuos (fig.1). El eje 1 proporciona el 18 % de la información mientras que el eje 2 proporciona el 16%. Los individuos identificados como *Oreochloa disticha* (valores negativos) y *O. seslerioides* (valores positivos) se encuentran separados y por el eje 1 (abscisas), mientras que el eje 2 separa a *O. blanka* (valores positivos) y *O. confusa* (valores negativos). En el eje 1 los individuos se distribuyen en relación a la posición del nudo superior (los individuos con nudos visibles en la parte positiva del eje, y hacia los valores negativos los individuos con pelos numerosos en la cara adaxial y grandes casquetes de esclerénquima. Sobre el eje 2 los grupos se distribuyen principalmente en relación a la presencia de esclerénquima subepidérmico,

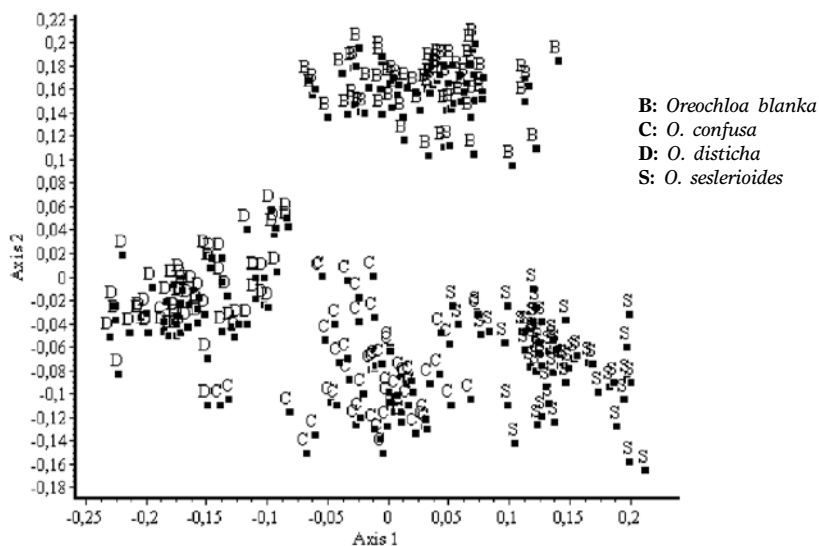


FIGURA 1. PCoA de 44 caracteres que explica el 34 % de la variabilidad, y en el que se reconocen 4 grupos que corresponden a los 4 táxones en análisis.

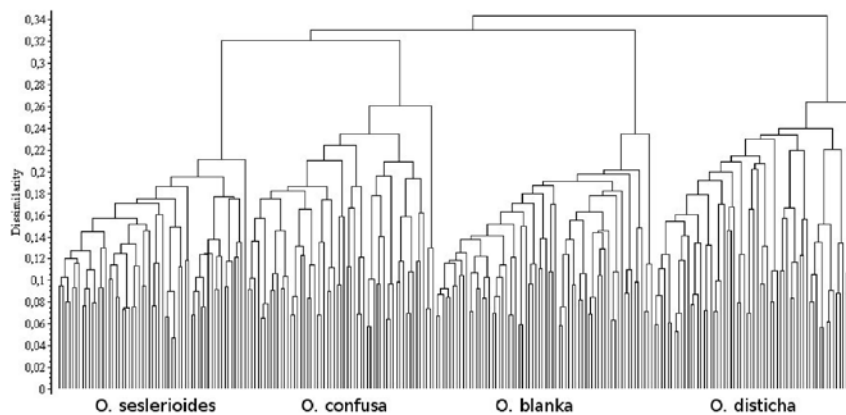


FIGURA 2. Dendrograma UPGMA de 240 individuos y 44 caracteres empleando el índice de Gower.

tricomas largos en la cara adaxial y contorno de la hoja liso, separándose del grupo que incluye individuos con esclerénquima discontinuo, distribuido en casquetes o columnas.

Los resultados del análisis UPGMA se representaron con un dendrograma que permite visualizar fácilmente las relaciones fenéticas entre los táxones (fig. 2). La primera especie en separarse del resto es *Oreochloa disticha* con una disimilitud de 0,34. La característica que no comparte con respecto a las otras tres es la presencia de esclerénquima a modo de casquetes en la cara abaxial exclusivamente; posteriormente se separa *O. blanka* del grupo de *O. confusa* y *O. seslerioides* con un valor de disimilitud de 0,33. *O. blanka* es la única con el esclerénquima continuo en la cara abaxial. El valor de la distancia entre *O. confusa* y *O. seslerioides* es de 0,32. Algunos de los caracteres que diferencian a estas dos últimas especies son la presencia de haces trabados, nudos visibles, y raquis glabro en *O. seslerioides*. El valor más bajo para separar cuatro grupos es de 0,26.

En el análisis WPGMA (cuya gráfica no se presenta por la limitación de espacio), utilizando el índice de Gower, la distancia entre *Oreochloa disticha* y el resto de individuos es de 0,35. *O. blanka* se separa del grupo formado por *O. seslerioides* y *O. confusa* en el valor 0,335. La disimilitud entre *O. seslerioides* y *O. confusa* es de 0,32. El valor más bajo para separar los cuatro grupos es de 0,28.

En los análisis UPGMA y WPGMA obtenemos una primera división en la que se agrupan las especies *Oreochloa blanka*, *O. seslerioides* y *O. confusa* frente a *O. disticha*. En ninguno de los análisis existe una relación estrecha entre *O. blanka* y *O. disticha*, lo que justificaría descartar las propuestas de clasificación de *O. blanka* como subespecie de *O. disticha* (Küpfer 1974).

En lo que se refiere a datos morfo-anatómicos, no existe una relación entre *Oreochloa confusa* y *O. seslerioides* por lo que la subordinación de *O. confusa* como subespecie de *O. seslerioides* (Lainz 1964) no es lógica. Nuestros resultados, dados los valores de disimilitud, apoyan mantenerlas como especies separadas.

Clave de identificación de las especies de *Oreochloa*

1. Nudos distales exertos, o ligeramente ocultos por la vaina. Sección transversal de la hoja con todos los haces vasculares (excepto los terminales) trabados por columnas de esclerénquima. Costilla central muy prominente por la cara abaxial..... *Oreochloa seslerioides*
1. Nudos distales insertos (ocultos por las vainas). Haces vasculares no trabados con columnas completas de esclerénquima..... 2
 2. Hojas con el contorno liso. Esclerénquima formando una capa continua subepidérmica abaxial..... *Oreochloa blanka*
 2. Hojas de contorno poligonal. Esclerénquima en forma de casquetes o columnas..... 3
 3. Sección transversal de la hoja con casquetes de esclerénquima desarrollados sobre los haces en la cara abaxial. Tricomas abundantes y largos en la cara adaxial..... *Oreochloa disticha*
 3. Esclerénquima subepidérmico formando casquetes o columnas, sin distribución constante y nunca con todos los haces trabados. Tricomas pequeños y escasos en la cara adaxial.. *Oreochloa confusa*

Conclusiones

Aunque existen pocos caracteres morfológicos diagnósticos que permitan discernir entre las especies de *Oreochloa*, son muy constantes y válidos: la visibilidad de los nudos distales o el contorno de la hoja, por ejemplo. Por el contrario la mayoría de los caracteres anatómicos foliares poseen alto valor diagnóstico, como por ejemplo la disposición de los haces vasculares o los tricomas foliares.

Estudios más profundos y análisis moleculares en desarrollo nos permitirán corroborar nuestras hipótesis y completar el conocimiento detallado sobre la variabilidad de los táxones.

Agradecimientos

El Ministerio de Ciencia e Innovación a través de los proyectos CGL2008-CL2932-C03-02/CLI (FLORA IBERICA VIII) y CGL2009-12955-C02 (POOIDE) subvencionaron parcialmente nuestro trabajo. El personal de los herbarios B, BCN, MA, G y LEB nos proporcionaron el material en estudio. Estrella Alfaro Sáiz (Universidad de León) prestó asistencia en problemas informáticos.

Bibliografía

- ACEDO, C. & LLAMAS, F. 1999. *The genus Bromus L. (Poaceae) in the Iberian Peninsula*. J. Cramer, Berlín.
- DEYL, M. 1980. *Oreochloa* Link. In: TUTIN T.G, HEYWOOD, V.H., BURGESS, N.A., VALENTINE, D.H., WALTERS, S.M. & WEBB, D.A. (eds.), *Flora Europaea* 5: 177-178. Cambridge University Press, Cambridge.
- ELLIS, R. P. 1976. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. I. The leaf-blade as viewed in transverse section. *Bothalia* 12(1): 65-109.
- GOWER, J. C. 1966. Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. *Biometrika* 53: 325-338.
- GOWER, J. C. 1971. A general coefficient of similarity and some of its properties. *Biometrics* 27: 857-871.
- KÜPFER, P. 1974. Liens de parenté entre les flores alpienne et pyrénéenne. *Boissiera Memoires du Conservatoire de Botanique et de l'Institut de Botanique Systématique de l'Université de Genève* 23: 54.
- LAINZ, M. 1964. Aportaciones al conocimiento de la flora cantabro-astur VIII. *Bol. Inst. Estud. Asturianos. Supl. Ci.* 10: 217.
- LLAMAS, F., ACEDO, C., ANDRÉS, J., CARBÓ, R., PÉREZ, M.A., & PENAS, A. 1993. Anatomía de las especies europeas de *Carex* L. Sect. *Unciniiformes* Kük. (Cyperaceae). *An. Jard. Bot. Madrid* 51(1): 97-109.
- METCALFE, C. R. 1960. *Anatomy of Monocotyledons: Gramineae* 1. Clarendon Press, Oxford.
- PODANI, J. 1994. *Multivariate data analysis in ecology and systematic: a methodological guide to the SYN-TAX 5.0 package. Ecological computations series (ECS), vol. 6*. SPB Academic Publishing, La Haya.
- PODANI, J. *SYN-TAX 2000 Computer Programs for Data Analysis in Ecology and Systematics. User's Manual*. Scientia Publishing, 2001, Budapest.
- QUINTANAR A., CASTROVIEJO S. & CATALÁN P. 2007. Phylogeny of the tribe Aveneae (Pooideae, Poaceae) inferred from plastid trnT-F and nuclear ITS sequences. *Amer. J. Bot.* 94(9): 1554-1569.
- RADFORD, A.E., DICKINSON, W.C., MASSEY, J.R. & BELL, C.R. 1974. *Character classification. Vascular Plant Systematic*: 85-151. Harper & Row Publishers, New York.
- SNEATH, P. H. A. & SOKAL, R. R. 1973. *Numerical taxonomy: the principles and practice of numerical classification*. Freeman, San Francisco.
- SOKAL, R. R. & MICHENER, C. D. 1958. A statistical method for evaluating systematic relationships. *Univ Kansas Sci. Bull.* 38: 1409-1438.

Nouvelles données sur la taxonomie des pins de la tourbière du Pinet (Aude)

Michel Bartoli¹, Jeanne Bodin² & Bruno Fady³

.....

ABSTRACT

New data on the taxonomy of the pines from the fen of Pinet (Aude, France)

The Pinet peat bog, located at only 880 m. a.s.l., shelters a population of mountain pines (*Pinus uncinata*), which origin was debated. Archive from the XVIIth century shows that this population is native. Moreover, it is shown that it is genetically differentiated from other Pyrenean populations of *P. uncinata*, disappointing also the hypothesis of recent human reforestation. This genetic originality participates to the diversity of the species. Genetic markers reveal that 3 individuals are *P. sylvestris*, also present near to the area, and 2 are hybrids between *P. uncinata* and *P. sylvestris*. Those individuals belong to the several young ones appeared since the drainage of the bog for test of peat exploitation. In conclusion, this original pine population is endangered both by the lost of its habitat because of dryer conditions, and by genetic pollution by *P. sylvestris*, since this species has preference to the new conditions. Raising the water table within the peat bog could limit the genetic pollution by favouring *P. uncinata* over *P. sylvestris*.

Key words: *Pinus uncinata*, genetic clusters, peat bog, native population, loss of biodiversity

RÉSUMÉ

A seulement 800 m d'altitude, la tourbière du Pinet (France, Aude) porte une population de pins à crochets (*Pinus uncinata*) dont l'origine a été très débattue. Une archive du XVII^e en montre l'indigénat. De plus, il est montré que cette population est génétiquement différente des autres populations pyrénéennes de *P. uncinata*, ce qui écarte aussi l'hypothèse d'une récente introduction due à l'homme. Cette originalité génétique participe à la biodiversité de l'espèce. Les marqueurs génétiques révèlent que 3 individus sont des *P. sylvestris*, présent non loin de la tourbière, et que 2 sont des hybrides entre *P. uncinata* et *P. sylvestris*. Ces individus sont parmi les très nombreux jeunes pins apparus depuis le drainage de la tourbière lors d'une tentative d'exploitation en 1973. En définitive, cette originale population de pins est menacée d'une part par la disparition de son habitat qui s'assèche et d'autre part par une pollution génétique

Mots clés: *Pinus uncinata*, tourbière, groupes de population, indigénat, perte de biodiversité

1. F-81500 Lavaur. michel.e.bartoli@wanadoo.fr

2. INRA, Nancy, UR Ecologie et écophysiologie forestière F-54280 Champenoux

3. INRA UR629 Ecologie des forêts méditerranéennes Domaine St Paul F-84914 Avignon

Le Pinet, une célèbre tourbière boisée

La présence d'un tout petit peuplement de Pins à crochets (*Pinus uncinata* Ram.) dans la tourbière du Pinet (située en majorité sur la commune de Roquefeuil, Aude), à seulement 880 m d'altitude est connue des phytogéographes depuis le début du XX^e siècle. Et tous ont suivi l'hypothèse de Gaussen (1925) écrivant qu'il «ne paraît pas contestable qu'on soit là en présence d'une survivance glaciaire». Le palynologue Jalut (1974) ne remettait pas en cause cette idée admise jusqu'en 1991.

Cette année, là un autre palynologue, Reille, observant, lui aussi, un taux très bas de pollen du Préboréal (10.000 à 9.000 ans BP) jusqu'à sa très forte et brutale augmentation à la fin du XIX^e siècle, affirmait que «continuer à croire que le peuplement actuel de *Pinus uncinata* de la tourbière de Pinet est une relict de la forêt de *Pinus* qui entourait le site au Préboréal revient à admettre qu'un bois de *Pinus* a pu se maintenir sur place sans fleurir pendant environ 8000 ans, ce qui est difficilement concevable». Il en déduisait que «le Pin à crochets a donc été introduit récemment, probablement au siècle dernier, sensiblement à la même époque où on été faits les premiers reboisements en *Picea* ». Il faisait allusion aux vastes reboisements alors réalisés en France pour lutter contre l'érosion.

Le site du Pinet a fait l'objet d'une tentative d'exploitation de sa tourbe en 1973. Des drains très profonds ont été creusés, détruisant rapidement tout l'équilibre de l'écosystème vite envahi pas des ligneux dont de très nombreux pins et accélérant brutalement la croissance des quelques 300 pins subsistants.

Une population de pins originale?

L'état actuel de la tourbière suggère une rapide disparition si elle n'est pas remise en eau. Si elle disparaît, les pins disparaîtront plus ou moins vite. Si elle est remise en eau, les pins disparaîtront aussi car leurs enracinements, bien plus profonds qu'avant, seront ennoyés.

Cette disparition certaine est-elle importante sur le plan de la biodiversité?

- Ce n'est nullement le cas s'il s'agit, comme le prétend Reille, de pins introduits.
- Ce le sera si cette population, loin de tous autres peuplements de pins à crochets, a eu le temps de s'individualiser en quelques millénaires si l'on suit les idées de Gaussen et de ses suivants.

Pour juger de la taxonomie des pins du Pinet, nos recherches ont suivi deux pistes:

- 1^o Examiner les archives forestières établies au XVII^e siècle lors du travail d'organisation de la gestion des forêts du Languedoc sous l'autorité du Commissaire des Eaux et Forêts Louis de Froidour.
- 2^o Réaliser une étude génétique pour comparer les pins du Pinet à ceux des forêts subalpines des Pyrénées aujourd'hui fort éloignée du Pinet.

Des pins à crochets vus en 1668

L'arpenteur des Eaux et Forêts François Rey visite les bois de Roquefeuil le 5 octobre 1668. La figure 1 montre qu'il a vu du « pin sauvage », nom alors usité pour parler du Pin à crochets (Rey 1668).

Nous avons donc là une première preuve de l'indigénat du pin dans la tourbière du Pinet. Une recherche dans les archives avait également permis à André & André (2008) de réfuter la même affirmation – origine de plantations récentes - de Reille (1991) pour les pins des tourbières du massif jurassien.

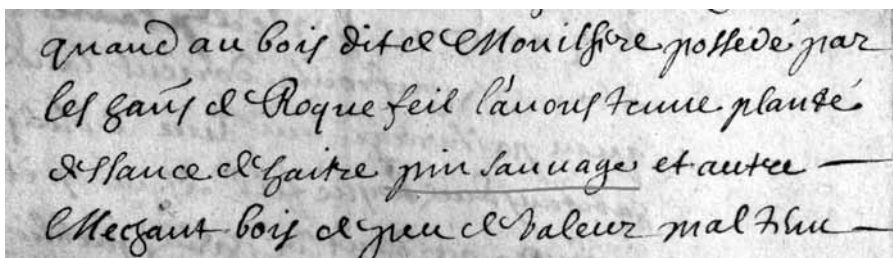


FIGURE 1. Extrait du procès-verbal de la visite effectuée le 5 octobre 1668 par François Rey: « quant au bois dit la Mouillère possédé par les gens de Roquefeuil, l'avons trouvé planté d'essence de hêtre, pin sauvage et autre méchant bois de peu de valeur mal situé ». C'est nous qui avons souligné la mention du pin. (Source : Archives départementales de Haute-Garonne, 8B 144)

Une population génétiquement différenciée

Bodin (2002) a analysé un vaste échantillon: une première population de 299 pins âgés soit tous les pins originels de la tourbière et, séparément, une seconde population de 51 jeunes pins apparus depuis 1973, date du drainage de la tourbière. Les génotypages ont été réalisés (1) par analyse des microsatellites chloroplastiques (2) par AFLP (Amplified fragment length polymorphism). En outre, 3 populations de pins à crochets français et 3 de pins sylvestres ont été analysées pour être comparées à celles du Pinet.

Depuis, ces résultats ont été intégrés dans une étude plus vaste (Heuertz *et al.* 2009). La figure 2, issue de ce dernier travail, montre la place originale du site du Pinet (PIT sur la figure 2) par rapport aux autres populations strictement pyrénéennes (E1, E2, POG et LAN). Notons que les populations espagnoles éloignées des Pyrénées - E3: sierra de Guara; E4: sierra de Gúdar; E5: sierra de Cebollera - sont, chacune, originales, participant, tout comme le Pinet, fortement à la biodiversité globale de l'espèce.

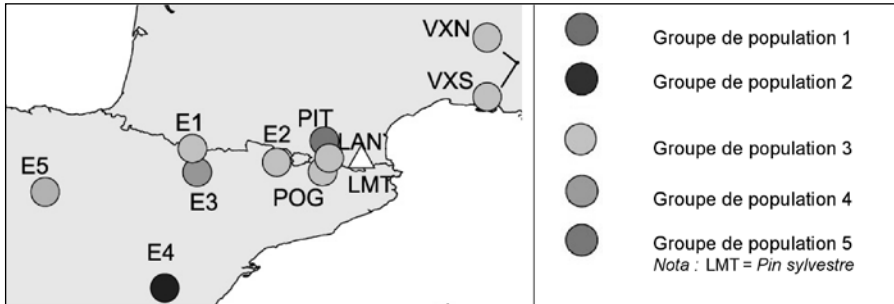


FIGURE 2. Les pins de la tourbière du Pinet (PIT = population 1) forment une population de pins à crochets différente de celles des massifs subalpins de la chaîne des Pyrénées (groupe de populations 5). (Source : Heuertz *et al.*, 2009, modifié)

La figure 2 montre que deux populations de pins à crochets du Mont Ventoux (VXN et VXS) ne sont pas différenciables de celles des Pyrénées. Cela est logique car il est documenté (Bartoli & Demesure-Musch 2003) que ces pineraies du Ventoux ont été semées à la fin du XIX^e siècle avec des graines provenant des Pyrénées françaises (Capcir et Cerdagne). Elles sont donc génétiquement très proches de la population LAN (Les Angles), source importante de graines à cette époque.

Si la tourbière du Pinet avait été reboisée, elle devrait également appartenir à ce groupe de populations 12 car la source de graines citée fut unique en France (Bartoli & Demesure-Musch, *op. cit.*). L'originalité génétique de ses pins est une seconde preuve de leur indigénat très ancien dans la tourbière du Pinet.

Une perte pour la biodiversité

La diversité génétique de la populations des 51 jeunes pins apparus depuis 1973 (date du drainage de la tourbière) diverge de celle du peuplement originel. En provenance des peuplements de Pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.) introduits non loin du Pinet il y a une centaine d'années, l'analyse AFLP montre que 3 individus (sur 51) de cette espèce sont présents sur la tourbière. 2 autres individus se sont révélés être des hybrides entre *Pinus uncinata* et *P. sylvestris*. Sur le plan phénotypique, l'un semble bien un hybride mais l'autre a un aspect de pin à crochets. Ces derniers constats montrent qu'en plus du risque de voir disparaître leur habitat, les «pins du Pinet» sont menacés par une pollution génétique certes encore faible, mais non contrôlable, éliminer les pins sylvestres voisins étant inenvisageable.

Peut-on éviter cette perte pour la biodiversité de l'espèce *Pinus uncinata*? Il faut d'abord remettre la tourbière en eau ce qui n'est pas très difficile dans ce

cas, sinon, d'autres arbres vont l'envahir, processus largement entamé. Tous les ligneux vont alors disparaître, systèmes racinaires noyés, comme cela s'est fait, entre autres, dans le cas d'une tourbière dans les Vosges. Pour que la population de pins à crochets originels ne disparaisse pas, il faudrait en stocker les gènes soit par greffage comme cela est en train de se faire en France pour le pin de Salzmann (*Pinus nigra* Arnold subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco), soit assurer une importante récolte de graines. Il serait alors possible de réintroduire du pin du Pinet au... Pinet en éliminant la menace du pollen des *P. sylvestris*. Actuellement, on ne peut que constater que la «pérennité effective» (selon les termes de Rameau & Olivier, 1991) de la population n'est plus assurée.

Conclusion

Nous avons montré que les conditions écologiques marginales de la tourbière du Pinet ont créé un isolat pour le Pin à crochets dans ce qui est – était - le seul individu d'habitat de tourbière boisée pour ce taxon de basse altitude des Pyrénées (Bensettiti *et al.*, 2001). Sa destruction (évitable?) conduit à la disparition d'une partie, aussi modeste soit-elle, de la diversité génétique du pin à crochets. Cette érosion est désolante en 2010, «année de la biodiversité». Puisse les populations espagnoles isolées être préservées.

Bibliographie

- ANDRÉ, G. & ANDRÉ, M. 2008. Le Pin à crochets (*Pinus uncinata* Ramond ex DC. var. *rotundata* [Link] Antoine) des tourbières: preuves historiques de son indigénat dans le massif jurassien et dynamique des peuplements suite aux actions anthropozoogènes. *Les nouvelles archives de la Flore jurassienne* 6: 57-109.
- BARTOLI, M. & DEMESURE-MUSCH, B. 2003. Un siècle d'intervention humaine dans les flux de gènes du pin à crochets et du sapin. *Revue forestière française* 6: 543-556.
- BENSETTITI, F., RAMEAU, J-C. & CHEVALLIER, H. (coord.) 2001. Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. T I – habitats forestiers. *MATE/MAP/MNHN. Ed. La Documentation française, Paris*, 2 volumes: 329 p. et 423 p.
- BODIN, J., 2002. Les pins de la tourbière du Pinet: des hybrides datant de la dernière glaciation ou des pins à crochets plantés par l'homme au siècle dernier? *MST Univ. Claude Bernard, Lyon I*. 34 pp.
- GAUSSEN, H., 1925. Le pin à crochets dans les Pyrénées. Deuxième article. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse* LIII: 150-169.
- HEUERTZ, M., TEUFEL, J., GONZÁLEZ-MARTINEZ, S.-C., SOTO, A., FADY, B., ALFA, R. & VENDRAMIN, G. 2009. Geography determines genetic relationships between species of mountain pine (*Pinus mugo* complex) in western Europe. *J. Biogeogr.* 1-10.
- JALUT, G., 1974. Evolution de la végétation et variations climatiques durant les quinze derniers millénaires dans l'extrémité orientale des Pyrénées. *Thèse Univ. Toulouse III*. 181 pp.
- RAMEAU, J.-C., & OLIVIER, L. 1991. La biodiversité forestière et sa préservation. Intérêt patrimonial de la flore, de la végétation et des paysages forestiers. *Revue forestière française* XLIII, n° spécial, 19-27.

- REILLE, M. 1991. L'origine de la station de pin à crochets de la tourbière de Pinet (Aude) et de quelques stations isolées de cet arbre dans les Vosges et le Jura. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 138, *Lettres bot.* (2): 123-148.
- REY, F. 1668. Procès-verbal des forêts royales appelées le Pastoural, la Mouillère, le bois Dengerma, le bois de Salbesy et de Lafage au consulat de Roquefeuil. *Manuscrit, archives départementales de la Haute-Garonne*, 8B 144.

Inventaire systématique de la flore vasculaire du département des Hautes-Pyrénées. Quelques résultats et problématiques de restitution

Christophe Bergès^{1*}, Gilles Corriol¹ & Nicolas Leblond¹

.....

ABSTRACT

Systematic inventory of vascular plants of Hautes-Pyrénées, France. Some results and questions about the way of displaying the results

Systematic inventories of vascular plants were conducted by the CBNPMP in the Hautes-Pyrénées during the last five years. These floristic inventories are compilations of all species located in 5x5 km squares, where every plant community (or habitat) is surveyed. We present a methodological reminding and the data set obtained. The data set is tested and compared to the results of inventories focused on rare and threatened plants. We analyze the limits of the applied method, and comment on the problems of scale representation of the information, through various concrete examples.

Key words: vascular plants, inventory method, floristic richness, pressure of observation, distribution maps

RÉSUMÉ

Le département des Hautes-Pyrénées a fait l'objet ces dernières années de campagnes d'inventaires systématiques de la flore vasculaire par le CBNPMP. Ces inventaires sont des compilations d'espèces sur tous les habitats présents par maille de 5x5 km. On se propose, après un rappel méthodologique, de présenter l'échantillon de données obtenu, de tester le jeu de données, de comparer les résultats obtenus avec les résultats d'inventaires ciblés sur les espèces à statuts, d'analyser les limites de la méthode suivie, et d'étudier les problématiques de restitution de l'information, ceci à partir de différents exemples concrets.

Mots clés: plantes vasculaires, méthode d'inventaire, richesse floristique, pression d'observation, cartes de répartition d'espèces

1. Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, Syndicat mixte Conservatoire botanique pyrénéen. Vallon de Salut BP 315, F-65203 Bagnères de Bigorre Cedex France

*christophe.berges@cbnmpm.fr

Introduction

UN INVENTAIRE DE LA FLORE SYSTÉMATIQUE: POURQUOI?

En 2005 après 5 années d'inventaires ciblés sur la recherche des espèces de flore bénéficiant d'un statut officiel (protection réglementaire, listes rouges d'espèces menacées), le Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées (CBNPMP) a pu faire plusieurs constats sur la connaissance de la flore vasculaire de son territoire de travail (région Midi-Pyrénées et partie montagne du département des Pyrénées Atlantiques): présence de grandes zones géographiques de méconnaissance et jeu de données déséquilibré par rapport à la fréquence effective des espèces. Plus d'une décennie après l'*Atlas partiel de la Flore de France* (Dupont, 1990), l'évolution des statuts des Conservatoires botaniques nationaux vers une connaissance générale de la flore et des habitats naturels a conduit plusieurs Conservatoires français à publier des atlas de répartition des espèces de flore vasculaire sur une partie ou sur l'ensemble de leur territoire d'agrément (par exemple: Arnal & Guittet, 2004; Antonetti et al., 2006; Bardet et al., 2008; Pujol et al., 2008). Le CBNPMP s'est engagé dans cette démarche et a mis en place un protocole d'inventaire. Le département des Hautes-Pyrénées a fait office de département pilote pour l'établissement et le déploiement de la méthode d'échantillonnage.

Méthodologie

MÉTHODOLOGIE, RAPPEL

Un rappel est nécessaire sur la méthodologie mise en place par le CBNPMP. Elle s'appuie sur 3 facteurs: saisonnalité, zonage et milieux (voir Corriol et al., 2007, 2009). La pression d'observation est répartie sur la base d'un maillage arbitraire de 5 km de côté, chaque donnée étant précisément localisée.

La saisonnalité (fig.1): 3 passages sont effectués aux trois grandes périodes de floraison que sont le début de printemps («vernale»: mars-avril avec 1/3 jour par maille), le printemps-été correspondant à la pleine saison («estivale»: mai-août avec 1 à 2 jours par maille) et la fin d'été à l'automne pour les floraisons tardives («automnale»: septembre-octobre avec 1/3 jour par maille).

Le zonage: le protocole est adapté en fonction de l'altitude, les trois passages ont lieu pour la plaine, les coteaux, le piémont et les vallées basses de montagne. Pour la haute montagne les passages (au nombre de 2) sont concentrés sur la pleine saison. Ainsi on optimise le temps de passage à 1,7 jours pour la basse altitude jusqu'à 2,7 jours pour la montagne avec basse et haute altitudes.

Les habitats: une liste théorique d'habitats potentiels est définie sur une sélection du *Prodrome des végétations de France* (Bardat et al. 2004) et des milieux susceptibles d'être présents dans notre région. Cette liste permet de rechercher

en fonction des saisons et des altitudes tous les milieux présents dans la maille afin de maximiser le nombre de taxons recherchés.

MÉTHODOLOGIE, INVENTAIRE

Préparation de l'inventaire. Une première étape de bureau consiste à sortir la synthèse des informations cartographiques disponibles dans la base données du CBNPMP pour chaque maille prédéfinie de 5x5 km, et ensuite d'identifier les zones d'intérêts à partir du fond topographique et hydrographique, du fond géologique, des orthophotographies et de toutes autres données existantes.

L'inventaire de terrain se fait à la vue, par recherche des habitats listés, et pointage de toute espèce nouvelle, ceci de manière équilibrée sur l'ensemble de la maille en fonction aussi de la répartition communale.

Premiers résultats et test du jeu de données

Le premier constat sur le département des Hautes-Pyrénées (fig.2) est une certaine homogénéité. Dans la plaine et les coteaux (au nord du département) on inventorie entre 350 et 450 taxons par maille, dans la montagne avec vallée entre 450 et 650 taxons et sur la haute montagne (altitude min > 1500 m) entre 200 et 300 taxons. Au sein de cette homogénéité relative des points particuliers apparaissent en fonction de différents facteurs: secteurs sur ou sous-prospectés, application ou non de la méthodologie, approches différentes selon les botanistes (biais observateur), etc., avec parfois de grands écarts de résultats, jusqu'à 760 et 804 taxons en secteurs intensément prospectés (sur maille test, voir Corriol et al., 2009), par exemple.

Comparaison des résultats par grands secteurs. À basse altitude, où les mailles sont relativement homogènes, on teste la qualité de l'échantillonnage en comparant le résultat d'inventaire d'une maille avec celui de la somme de 4 mailles contigües. Les résultats obtenus indiquent qu'on observe en général sur une maille de 60 à 70 % des taxons potentiellement présents sur un secteur écologiquement homogène. Le problème est que cette méthodologie est peu applicable pour la montagne où les variations (altitudes, géologie) sont trop grandes sur des mailles contigües.

Une alternative consiste à pouvoir comparer des mailles une à une par leurs listes d'espèces. Cette méthode permet de visualiser les taxons absents d'une maille alors qu'ils sont présents dans une maille similaire. Elle permet aussi de visualiser par regroupement d'espèces de même affinité écologique, les milieux qui seraient absents ou auraient été simplement oubliés lors de la prospection de la maille. Cette méthode s'avère très utile dans une perspective de compléments à réaliser sur une maille où le nombre de taxons observés paraît insuffisant.

Comparaison de l'inventaire systématique avec l'inventaire ciblé sur les espèces à statut. Au travers de 2 exemples (fig.3), on s'aperçoit que l'inventaire systématique bien que pouvant apporter quelques données nouvelles (ex.: *Nothobartsia spicata* (Ramond) Bolliger & Molau, 4 nouvelles stations correspondant à 4 mailles) ne peut remplacer l'inventaire ciblé sur taxon (ex.: *Scrophularia pyrenaica* Bentham, 1 seule nouvelle maille). Sur des espèces vivant dans des milieux particuliers, rares ou difficiles à prospector, ou sur de vastes zones, il est nécessaire de consacrer tout le temps de la prospection aux milieux spécifiques (incompatible avec l'inventaire de tous les milieux présents).

Limites de la méthode, analyse

Nous faisons le constat de la non exhaustivité de la méthodologie. De 1,7 à 3 jours ne permettent pas de collecter ou observer tous les taxons présents.

Certains taxons ne sont pas recherchés systématiquement comme les vernaies d'altitude, les estivales strictes en plaines, certain taxons à habitats rares (ex.: *Crocus vernus*, *Narcissus* sp., *Spiranthes spiralis*...).

L'effet année peut poser des problèmes de présence ou d'observation des espèces, lors de sécheresse ou de neiges tardives, ou pour des espèces à floraison irrégulière (ex.: *Epipogium aphyllum*).

Une faiblesse de recherche sur les espèces les plus rares (notamment celles à statut) et des problèmes particuliers liés à la non application de la méthode (par exemple sur les mailles ayant déjà beaucoup de données issues d'autres programmes d'inventaire ou de partenaires) sont autant de facteurs limitant la localisation d'un grand nombre de taxons.

Problématique de restitution

Non application de la méthodologie. Pour gagner du temps, nous avons évité les mailles à nombreux taxons, notamment qui avaient fait l'objet d'autres inventaires. Le fait de ne pas passer sur toutes les mailles laisse apparaître des lacunes sur les secteurs non prospectés, souvent sur des espèces banales (ex. *Fagus sylvatica*), ou sur les espèces ou groupes difficiles à déterminer (*Festuca* sp., *Hieracium* sp., etc.). On retrouve le même problème au sujet des habitats qui ne sont pas tous recherchés et inventoriés.

Échelle de restitution. Le choix du maillage pour la restitution peut-il gommer les défauts de prospections? Nous comparons des sorties 5x5, 7x7 ou 10x10 km, sur l'exemple de *Carex davalliana* (fig.4).

Un rendu avec des mailles 10x10 gomme la répartition fine, le 7x7 semble plus réaliste, le 5x5 n'est peut-être pas représentatif, quelle est la meilleure représentativité ?

Il nous paraît nécessaire de comparer les résultats avec les données biogéographiques (altitudes, géologie, milieux naturels) et de recenser chez nos voisins français et espagnols sur les différents type d'atlas, afin de choisir au mieux l'échelle de restitution.

Conclusion

Les résultats des prospections suivant la méthodologie paraissent satisfaisants au vu du peu de temps passé sur chaque maille.

Nous avons une obligation d'application du protocole sur chaque maille et de recherche de tous les habitats pour éviter l'absence d'espèces (communes ou rares).

Nous devons rechercher le meilleur maillage de sortie pour la représentation géographique la plus réaliste en fonction de nos attentes (l'outil informatique et la mise en ligne des résultats sur le net permettent une plus grande liberté).

L'application de cette méthode est en cours sur le département voisin des Hautes-Pyrénées: les Pyrénées-Atlantiques, débuté en 2008, avec nécessité d'adaptation biogéographique adéquate sur les milieux et espèces prospectées (climat plus atlantique, habitats et espèces différents, floraisons décalées, etc.).

Remerciements

Cartes, requêtes informatiques : Maxime Teixeira. Relecture: Jocelyne Cambecèdes, Françoise Laigneau & Marc Enjalbal

Bibliographie

- ANTONETTI, P., BRUGEL, E., KESSLER, F., BARBE, J.P. & TORT, M., 2006. *Atlas de la flore d'Auvergne*. Conservatoire botanique national du Massif central, Chavaniac-Lafayette. 984 p.
- ARNAL, G. & GUITTET, J., 2004. *Atlas de la flore sauvage du département de l'Essonne*. Ed. Biotope, Mèze. 608 p.
- BARDAT, J., BIRET, F., BOTINEAU, M., BOULLET, V., DELPECH, R., GEHU, J.-M., HAURY, J., LACOSTE, A., RAMEAU, J.-C., ROYER, J.-M., ROUX, G. & TOUFFET, J. 2004. *Prodrome des végétations de France*. Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 171 p. (Patrimoines naturels 61).
- BARDET, O., FÉDORROF, E., CAUSSE, G. & MORET, J., 2008. *Atlas de la flore sauvage de Bourgogne* ; Ed. Biotope, Muséum national d'histoire naturelle, Mèze, Paris. 752 p.
- CORRIOL, G., BERGÈS, C., & LEBLOND, N. 2009. Inventaire de la flore vasculaire des Pyrénées centro-occidentales françaises: méthodologie et résultats de la phase de test. In LLAMAS F. & C ACEDO (eds.) *Botánica Pirenaico-Cantábrica en el siglo XXI*: 317-333. Área Publ. Univ. León. León.
- CORRIOL, G., BERGÈS, C., LEBLOND, N., LAVAUPOT, N., PRUD'HOMME, F., MAYET, P. & LARGIER, G. 2007. Inventaire de la flore et des habitats naturels des Hautes-Pyrénées. État d'avancement des travaux. Actes du 2^{ème} Colloque naturaliste de Midi-Pyrénées, Bagnères-de-Bigorre, novembre 2006: 23-29. Ed. Nature Midi-Pyrénées.

- DUPONT, P. 1990. *Atlas partiel de la Flore de France*. Muséum national d'Histoire Naturel, Paris. 442 p. (Patrimoine naturel, 3)
- PUJOL, D., CORDIER, J. & MORET, J. 2008. *Atlas de flore sauvage du département du Loiret*. Biotope éd., Paris. 472 p.

Nuevos datos sobre los bosques de barrancos y pies de cantil (*Tilio-Acerion*) del País Vasco y regiones limítrofes

I. Biurrun^{1*}, J. A. Campos¹, I. García Mijangos¹, M. Herrera¹ & J. Loidi¹

.....

ABSTRACT

New data on ravine forests (*Tilio-Acerion*) in the Basque Country and bordering territories

As a result of a regional survey of ravine forests of the alliance *Tilio platyphylli-Acerion pseudoplatani* Klika 1955 in the Basque-Cantabrian area, in the central-northern part of the Iberian Peninsula, 22 new relevés are presented. They have been classified into three already described associations: *Hyperico-Ulmetum glabrae*, originally described from the French Basque Country and which is reported for the first time from the peninsular territories of the Cantabrian-Basque sector, *Helleboro occidentalis-Tilietum cordatae*, described from Asturias and now reported from three new localities from the Cantabria region, and *Hedero helicis-Tilietum platyphylli*, originally described from the Eastern Pyrenees, which enlarges its distribution area to the Castilian-Cantabrian sector and to the Navarran-Alavan district; a new subassociation *seslerietosum hispanicae* is described in order to formalise the floristic differences observed in this western geographical race.

Key words: phytosociology, lime forests, mountain elm forests, syntaxonomy, northern Iberian Peninsula

RESUMEN

Se aportan 22 inventarios de bosques de barrancos y pie de cantil de la alianza *Tilio platyphylli-Acerion pseudoplatani* Klika 1955 de los territorios Orocantábricos, Cántabro-Vascónicos, Pirenaico occidentales y Castellano-Cantábricos. Se reparten en tres asociaciones ya conocidas anteriormente: *Hyperico-Ulmetum glabrae*, descrita del País Vasco Francés y de la que se amplía su areal hacia las comarcas peninsulares del sector Cántabro-Vascónico, *Helleboro occidentalis-Tilietum cordatae*, descrita de Asturias y de la que se aportan tres localidades en Cantabria y *Hedero helicis-Tilietum platyphylli*, descrita del Pirineo Oriental y que se reconoce en los territorios castellano-cantábricos y navarro-alaveses mediante una raza geográfica que formalizamos mediante la subasociación *seslerietosum hispanicae* que se describe como nueva.

Palabras clave: fitosociología, tiledas, olmedas de montaña, sintaxonomía, norte Península Ibérica

1. Departamento de Biología Vegetal y Ecología, UPV/EHU. Ap. 644, E-48080 Bilbao

* idoia.biurrun@ehu.es

Introducción

En la Europa templada, la vegetación forestal de los barrancos y pies de cantil se incluye en la alianza *Tilio platyphylli-Acerion pseudoplatani* Klika 1955 (Košir *et al.* 2008, Oberdorfer 2001). Entre las condiciones mesológicas que caracterizan el hábitat de estos bosques destaca la inestabilidad del sustrato, en el que abundan grandes bloques escasamente asentados que se acumulan en el fondo de los barrancos y canales de fuerte pendiente, lugares que se colmatan de canchales coluviales o de gelifractos. Al pie de los farallones rocosos también se producen caídas de piedras que se agolpan en la parte alta del coluvio, dando lugar a un sustrato inestable, asemejándose sus condiciones edáficas a las de los barrancos. Se trata de la existencia de un régimen permanente de perturbación gravitacional que impide la evolución sucesional hacia un bosque climácico. Es un estado de inestabilidad que retiene el desarrollo forestal en ciertas especies de rápido crecimiento como tilos, arces, fresnos y olmos de montaña e impide la dominancia de las especies arbóreas más competitivas del bosque maduro, de ordinario robles y hayas. Además, con frecuencia el agua de avenamiento superficial recorre las canales de los barrancos causando unas condiciones de hidromorfía temporal (temporihigrófilas), lo que se traduce en la presencia de algunas plantas del bosque ripario.

Hasta el momento, estas comunidades apenas han sido estudiadas en los montes vasco-cantábricos (Loidi *et al.* 1997), de manera que existía una notable carencia de datos sobre ellas. Esto podría deberse a la dificultad física de prospectar tales hábitats y a que son pocas las localidades donde se presentan las condiciones necesarias para que tales comunidades se constituyan. Hay que tener en cuenta que las montañas de estas regiones son de menor altitud que las de la Cordillera Cantábrica y los Pirineos, por lo que el relieve es menos agreste y los fenómenos clásticos de generación de fragmentos de rocas, bien por congelación (gelifractos) o por elevada pendiente, son menos frecuentes. No

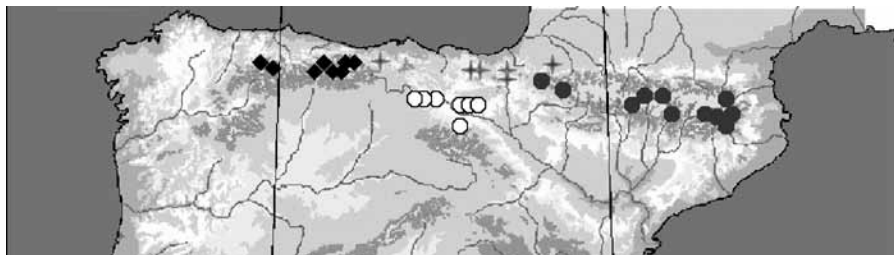


FIGURA 1. Mapa de distribución de las asociaciones tratadas. ♦ *Helleboro occidentalis-Tilietum cordatae*. † *Hyperico androsaemi-Ulmetum glabrae*. ● *Hedero heliis-Tilietum platyphylli fraxinetosum excelsioris*. ○ *Hedero heliis-Tilietum platyphylli seslerietosum hispanicae*.

obstante, hemos intentado cubrir esta deficiencia por la importancia de tal tipo de vegetación en materia de conservación, pues se trata de un Hábitat Prioritario de la Unión Europea (código 9180*: bosques de laderas, desprendimientos o barrancos del *Tilio-Acerion*) y sus localidades pueden presentar un máximo interés en este aspecto.

Metodología

El área de estudio comprende los montes vasco-cantábricos, desde el límite con el Pirineo en el alto Irati hasta el límite con la Cordillera Cantábrica en las estribaciones de los Picos de Europa (Sierra de Bejes) (fig. 1). La sectorización biogeográfica sigue los límites y categorías establecidas por Rivas-Martínez (2007). Se han realizado inventarios de vegetación según la metodología fitosociológica (Braun-Blanquet 1979).

Para la identificación y nomenclatura de los taxones se han seguido “Flora iberica” (Castroviejo *et al.* 1986-2010) y las “Claves ilustradas de la flora del País Vasco y territorios limítrofes” (Aizpuru *et al.* 1999), excepto para *Alchemilla plicatula* Gand., *Calamintha ascendens* Jord., *Galium sylvaticum* var. *pyrenaicum* Gren. & Godr., *Knautia arvernensis* (Briq.) Szabó, *Phyteuma pyrenaicum* Rich. Schulz, *Quercus pubescens* Willd., *Quercus pubescens* subsp. *subpyrenaica* (Villar) Rivas Mart. & C. Sáenz, *Quercus rotundifolia* Lam., *Quercus x kernerii* Simkovies. En la tabla se han simplificado los trinómenes correspondientes a las subespecies a binómenes: *Brachypodium rupestre* (*Brachypodium pinnatum* subsp. *rupestre*), *Dryopteris borreri* (*Dryopteris affinis* subsp. *borreri*), *Geranium purpureum* (*Geranium robertianum* subsp. *purpureum*), *Helleborus occidentalis* (*Helleborus viridis* subsp. *occidentalis*), *Heracleum pyrenaicum* (*Heracleum sphondylium* subsp. *pyrenaicum*), *Luzula henriquesii* (*Luzula sylvatica* subsp. *henriquesii*), *Quercus subpyrenaica* (*Quercus pubescens* subsp. *subpyrenaica*), *Ranunculus despectus* (*Ranunculus acris* subsp. *despectus*), *Sesleria hispanica* (*Sesleria argentea* subsp. *hispanica*).

Resultados y discusión

La tabla 1 reúne 22 inventarios inéditos del País Vasco y territorios limítrofes. Mediante comparación con los sintaxones descritos en el entorno geográfico, tales inventarios se adscriben a tres asociaciones ya conocidas y cuyas tablas sintéticas (cols. 4, 18 y 25) se añaden en la tabla junto a los inventarios aportados:

1. *Helleboro occidentalis-Tilietum cordatae*, asociación orocantábrica originalmente descrita por Fernández Prieto & Vázquez (1987) bajo el nombre de *Mercuriali-Fraxinetum excelsioris* [nom. inval., non *Mercuriali-Fraxinetum excelsioris* (Klika 1942) Husová 1981], a la que atribuimos tres inventarios del occidente de Cantabria (zona de La Hermida, ya en territorio orocantábrico) (tabla 1, inv.

Tabla 1. Inventarios y resúmenes de vegetación de *Tilio-Acerion* en las montañas vascas. Inv. 1-3, col. 4: *Helleboro occidentalis-Tilietum cordatae*; inv. 5-17, col. 18: *Hyperico androsaemi-Ulmetum glabrae*; inv. 19-24, col. 25: *Hedero helicis-Tilietum platyphylli* (inv. 19-23: *seslerietosum hispanicae*; inv. 24, col. 25: *fraxinetosum excelsioris*).

Nº orden	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		
Área (1=10m ²)	15	10	15	-	30	30	15	25	40	40	30	15	30	30	15	20	20	-	20	40	30	100	30	15	-		
Altitud (1=10m)	86	81	65	-	62	31	35	65	38	51	33	38	53	74	24	28	28	-	120	90	96	126	140	76	-		
nº sp./inv.	39	35	39	10	45	28	34	53	45	44	44	41	54	51	27	37	44	13	48	46	28	28	34	31	14		
Árboles:																											
<i>Fraxinus excelsior</i>	2	1	2	V	3	1	1	1	3	-	2	1	2	2	+	-	-	V	1	3	+	-	3	-	V		
<i>Tilia platyphyllos</i>	2	+	4	III	-	-	1	-	2	+	3	-	+	-	-	-	1	+	2	2	3	-	-	5	V		
<i>Sorbus aria</i>	2	1	2	-	-	-	-	-	-	+	-	-	1	3	-	-	-	-	1	2	1	3	3	-	I		
<i>Fagus sylvatica</i>	-	-	-	II	2	-	+	2	+	2	-	-	3	2	+	-	-	III	4	1	1	2	-	2	II		
<i>Taxus baccata</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	1	3	-	1	1	-	-	-	-	-	-	4	-	-	2	-	+		
<i>Tilia cordata</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-		
Diferenciales de las asociaciones y subasociaciones:																											
<i>Quercus petraea</i>	3	5	+	II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
<i>Polystichum setiferum</i>	+	+	+	V	2	3	2	1	2	2	2	1	2	+	3	+	3	V	1	+	-	-	-	-	-	-	
<i>Carex caudata</i>	-	-	2	II	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Acer campestre</i>	-	-	-	-	+	+	+	1	2	1	2	3	2	+	2	-	-	V	1	-	-	-	2	V			
<i>Quercus pubescens</i> (incl. <i>subpyrenaica</i>)	-	-	-	-	-	-	-	+	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	II			
<i>Ulmus glabra</i>	-	-	-	II	4	4	5	-	3	2	1	3	+	-	2	1	V	-	-	-	+	-	-	II			
<i>Quercus robur</i>	-	-	-	-	1	-	+	3	+	1	-	+	1	+	1	1	I	-	-	-	-	-	-	II			
<i>Hypericum androsaemum</i>	-	-	II	+	1	1	-	+	+	-	+	1	+	1	+	+	IV	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Arum italicum</i>	-	-	+	2	2	1	1	1	1	1	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Phyllitis scolopendrium</i>	-	-	II	2	2	1	-	+	+	+	1	-	+	+	1	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Dryopteris borreii</i>	+	-	-	+	2	+	-	-	-	-	-	1	1	-	1	II	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Athyrium filix-femina</i>	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	IV	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Buxus sempervirens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	4	3	3	4	III		
<i>Gallum odoratum</i>	-	-	II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	2	-	-	2	-	-	-		
<i>Acer opalus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	+	-	-	I		
<i>Sesleria hispanica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	+	-	-	-		
<i>Quercus faginea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	-	-	-	-		
Otras características de Tilio-Acerion y Fagetalia:																											
<i>Helleborus occidentalis</i>	+	+	+	IV	+	+	+	+	1	1	1	-	1	1	-	1	1	V	1	+	1	+	1	1	+		
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	-	-	1	-	1	1	1	+	2	2	1	-	-	1	1	-	-	V	1	+	+	+	+	-	V		
<i>Lamium galeobdolon</i>	-	-	-	1	2	2	2	+	1	1	1	+	1	1	1	-	-	V	1	+	+	3	-	-	-		
<i>Saxifraga hirsuta</i>	-	-	+	IV	1	-	2	-	1	2	-	-	2	1	-	2	IV	3	-	-	1	1	+	-	-		
<i>Ranunculus tuberosus</i>	1	+	+	I	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	1	-	-	-	III		
<i>Carex sylvatica</i>	-	-	-	IV	+	1	+	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	III	-	-	-	+	+	+	-		
<i>Melica uniflora</i>	-	-	-	III	-	-	+	-	-	-	1	1	-	-	+	+	V	1	1	1	-	-	+	+	IV		
<i>Euphorbia dulcis</i>	+	+	+	III	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-		
<i>Potentilla sterilis</i>	-	-	-	-	+	+	+	+	2	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	II		
<i>Scilla illico-hyacinthus</i>	+	-	-	-	1	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	I	1	-	+	-	1	-	-		
<i>Cardamine impatiens</i>	-	-	-	+	2	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	IV	-	-	-	-	-	-	V		
<i>Moehringia trinervia</i>	-	-	-	I	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	II	-	-	-	-	-	-	I		
<i>Scrophularia alpestris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	-	1	-	-	II	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Veronica montana</i>	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Lathyrus occidentalis</i>	-	-	1	-	-	+	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+		
<i>Phyteuma pyrenaicum</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	II	

Nº orden	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
<i>Erica vagans</i>	+	+	+					+						+											
<i>Rhamnus cathartica</i>	-	-	-					+				+	+								+				+
<i>Valeriana montana</i>	-	-	-	+						+										1			+		
<i>Vincetoxicum hircundinaria</i>	+	1	+																						
<i>Carex flacca</i>	-	-	-									+	+												1
<i>Castanea sativa</i>	-	-	-	III							1			2											I
<i>Glechoma hederacea</i>	-	-	-		+	+					2														
<i>Blechnum spicant</i>	-	-	-	I									+			+									
<i>Alliaria petiolata</i>	-	-	-	+						+									I		+				
<i>Geranium purpureum</i>	+	+																				+	+		
<i>Iris foetidissima</i>	-	-	-	+				1			1										+				
<i>Luzula henriquesii</i>	-	-	-	II											3						+				1
<i>Meconopsis cambrica</i>	-	-	-							+											+	+			+
<i>Pimpinella major</i>	-	+		I									2												
<i>Polypodium vulgare</i>	-	-	-	+									+									+			III
<i>Rhamnus alpina</i>	-	-	-																						
<i>Urtica dioica</i>	-	-	-	+						+											II				II
<i>Veronica chamaedrys</i>	-	-	-	+						+															+
<i>Viburnum lantana</i>	-	-	-	+																		+		+	III

Además: Inv. 1: *Agrostis schleicheri* +, *Bromus erectus* 1, *Festuca gr. rubra* +, *Melampyrum pratense* +, *Potentilla erecta* +, *Potentilla montana* 1, *Teucrium pyrenaicum* +; Inv. 2: *Anemone nemorosa* +, *Bromus erectus* +, *Campanula rotundifolia* +, *Dactylis glomerata* +, *Festuca gr. rubra* +, *Lathyrus linifolius* +, *Lilium pyrenaicum* 1, *Lotus corniculatus* +, *Potentilla montana* +, *Pulmonaria longifolia* +; Inv. 3: *Anemone nemorosa* +, *Anthoxanthum odoratum* +, *Lilium pyrenaicum* +, *Melampyrum pratense* +, *Pteridium aquilinum* +, *Silene vulgaris* +; Inv. 5: *Acer pseudoplatanus* +, *Conopodium pyrenaicum* +, *Dryopteris dilatata* +, *Lamium maculatum* +, *Milium effusum* 1, *Polygonatum multiflorum* 1; Inv. 6: *Alnus glutinosa* 2, *Carex pendula* +, *Dryopteris dilatata* 1; Inv. 7: *Alnus glutinosa* 2, *Cardamina flexuosa* +, *Carex pendula* +, *Festuca gigantea* +, *Ranunculus ficaria* +; Inv. 8: *Geranium lucidum* +, *Lamium maculatum* +, *Laurus nobilis* +, *Orchis mascula* +, *Polygonatum multiflorum* +, *Pulmonaria longifolia* +, *Stachys alpina* +, *Symphytum tuberosum* +, *Teucrium pyrenaicum* +, *Teucrium scorodonia* +, *Viola gr. alba* +; Inv. 9: *Acer monspessulanum* 1, *Quercus ilex* +; Inv. 10: *Calamintha ascendens* +, *Viscum album* +; Inv. 11: *Asplenium onopteris* +, *Hypericum montanum* +, *Salix atrocinerea* +; Inv. 12: *Carduus argemone* 1, *Helictotrichon cantabricum* +, *Origanum vulgare* +, *Picris hieracioides* +, *Quercus x kernerii* 1, *Silene latifolia* 1, *Teucrium pyrenaicum* +, *Viola hirta* +; Inv. 13: *Angelica sylvestris* +, *Circaea lutetiana* +, *Hypericum montanum* +, *Quercus x kernerii* 1, *Sambucus nigra* 1; Inv. 14: *Alchemilla plicatula* +, *Carduus argemone* +, *Heracleum pyrenaicum* +, *Knautia arvensis* 1, *Pinguicula grandiflora* +, *Scabiosa columbaria* +, *Seseli cantabricum* +, *Thalictrum minus* 1, *Vicia cracca* +, *Viola gr. alba* +; Inv. 15: *Centaurea debeauxii* +, *Lamium maculatum* 1, *Prunus avium* +; Inv. 16: *Lysimachia nemorum* +, *Potentilla erecta* +, *Primula elatior* 1, *Pteridium aquilinum* +, *Pulmonaria longifolia* 1, *Quercus ilex* +, *Ranunculus despectus* +; Inv. 17: *Chaerophyllum hirsutum* +, *Chrysosplenium oppositifolium* +, *Circaea lutetiana* +, *Lysimachia nemorum* +, *Primula elatior* +, *Silene dioica* +; Inv. 19: *Cystopteris fragilis* +, *Erucastrum nasturtifolium* +, *Koeleria vallesiana* +, *Ribes alpinum* +; Inv. 20: *Cephalanthera damasonium* +, *Ribes alpinum* +, *Sorbus domestica* +, *Teucrium scorodonia* 1; Inv. 21: *Carex divulsa* +, *Quercus rotundifolia* 1; Inv. 22: *Conopodium majus* +, *Euphorbia hyberna* +, *Hieracium murorum* +, *Hordelymus europaeus* 1, *Juniperus communis* +; Inv. 23: *Carduus argemone* +, *Conopodium majus* 1, *Heracleum pyrenaicum* 1, *Rosa pendulina* +, *Valeriana pyrenaica* 1; Inv. 24: *Galium sylvaticum* var. *pyrenaicum* +, *Pulmonaria affinis* +, *Rubus caesius* 1.

Localidades: 1. Bejes, cerca de la Hermida, 30TUN69 (S); 2. Bejes, La Hermida, 30TUN69 (S); 3. Sierra de Bejes, 30TUN69 (S); 4. F. Prieto & Vázquez 1987 (tabla 5, inv. 1-10), Cordillera Cantábrica (O, LE); 5. Bidegoian, Elola-Goikoa, 30TWN6775 (SS); 6. Bidegoian, Sta. Marina, Aldaola, 30TWN6672; 7. Belauntza, mte. Eroizpe, ladera norte, 30TWN7976 (SS); 8. Gaztelu, mte. Eroizpe, ladera sur, 30TWN8074 (SS); 9. Lizartza, Orunbe, 30TWN8270 (SS); 10. Orexa, Uzkalarr, 30TWN8171 (SS); 11. Ohate, Araoz, 30TWN4661 (SS); 12. Zaldibia, Arkaka, 30TWN7161 (SS); 13. Zaldibia, ad. caserío Koa, 30TWN7061 (SS); 14. Amezketza, Sa. Aralar, Urdanaiz, 30TWN7664 (SS); 15. Bergara, Mixo erreka 30TWN4872 (SS); 16. Lamasón, monte Arria, 30TUN7893 (S); 17. Lamasón, monte Arria, junto al río, 30TUN7893 (S); 18. Vanden Berghen 1968 (tabla I), Haute Soule, Basses-Pyrénées (Francia); 19. Lagrán, Sierra de Cantabria, Peña del Castillo, 30TWN3316 (VI); 20*. Bernedo, Nª Sra. de Okon, Sierra de Cantabria, 30TWN4018 (VI) (holosintypus); 21. Trespedame, Tartales de Cilla: Vallorca, 30TVN6437 (BU); 22. Pipaón, monte Cervera, 30TWN3017 (VI); 23. Lagrán, Sierra de Cantabria, Cruz del Castillo, 30TWN3316 (VI); 24. Orbaizeta, barranco ad. río Irati, 30TXN4459 (NA); 25. Vigo et al. 1983 (tabla pag. 645), Pirineos catalanes.

- 1-3). La principal especie diferencial en este caso es *Quercus petraea*, ausente de los inventarios de las comarcas costeras, al tiempo que destaca la falta de *Acer campestre*. Con la siguiente asociación, *Hyperico androsaemi-Ulmetum glabrae*, comparte básicamente *Polystichum setiferum*, helecho que se enrarece hacia las comarcas más interiores del Alto Ebro. Fernández Prieto & Vázquez (op.cit.) incluyeron el *Mercuriali-Fraxinetum excelsioris* en la alianza *Carpinion* (Issler 1931) Oberdorfer 1953 y posteriormente Fernández Prieto & Díaz González (2003) la trasladan a la alianza *Tilio-Acerion*. Recientemente, Crespo *et al.* (2008) reconocen en un trabajo sobre tiledas ibéricas esta asociación orocantábrica bajo el nombre *Helleboro occidentalis-Tilietum platyphylli*, nombre inválido por tipificar en un inventario sin *Tilia platyphyllos*. Aceptamos por lo tanto, provisionalmente, el nombre propuesto por Rivas-Martínez (en prensa) *Helleboro occidentalis-Tilietum cordatae*.
2. *Hyperico androsaemi-Ulmetum glabrae*, descrita del País Vasco Francés por Vanden Berghen (1968) y de la que no se tenía noticia de su existencia fuera de estas comarcas. De ella aportamos los primeros inventarios de la Península Ibérica (tabla 1, inv. 5-17), donde presenta una distribución cántabro-vascónica septentrional. Su carácter es francamente oceánico y está adaptada a un clima muy lluvioso con nula sequía estival. Su característica más notable es la abundancia de *Ulmus glabra* y la presencia de *Quercus robur*, si bien las plantas que individualizan esta asociación frente a las otras dos son principalmente *Hypericum androsaemum*, *Phyllitis scolopendrium*, *Athyrium filix-femina* y *Dryopteris borreri*, indicadoras de este carácter oceánico.
 3. *Hedero helictis-Tilietum platyphylli*, descrita del Pirineo Oriental por Vigo & Carreras (Vigo *et al.* 1983). Plantas diferenciales de esta asociación frente a las otras dos anteriores son *Buxus sempervirens*, *Galium odoratum* y *Acer opalus*. Reconocemos dos subasociaciones en el territorio de estudio: la típica *fraxinetosum excelsioris*, propuesta por Crespo *et al.* (2008), que llega, en nuestra opinión, al Pirineo Occidental y de la que aportamos un inventario realizado en Orbaizeta, Navarra (tabla 1, inv. 24); y la subasociación *seslerietosum hispanicae subass. nova hoc loco* (typus inv. 20) a la que se adscriben los inventarios procedentes de Sierra de Cantabria y Sierra de la Tesla (tabla 1, inv. 19-23). Estos inventarios presentan un carácter occidental dentro del conjunto de la asociación, que se manifiesta mediante la presencia de *Sesleria argentea* subsp. *hispanica* y *Quercus faginea*. Su distribución abarca las zonas montañosas del sector Castellano-Cantábrico y del distrito Navarro-Alavés en el sector Cántabro-Vascónico (fig. 1). Asimilamos a esta nueva subasociación la “comunidad de *Tilia platyphyllos*” de García-Mijangos (1997) y Loidi *et al.* (1997) que reúne inventarios procedentes de los Montes Obarenes y del valle de Najerilla respectivamente.

Esquema sintaxonómico

Cl. *Quercu-Fagetea* Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937

Ord. *Fagetalia sylvaticae* Pawlowski in Pawlowski, Sokolowski & Wallisch 1928

All. *Tilio-Acerion* Klika 1955

Ass. *Helleboro occidentalis-Tilietum cordatae* (Fernández Prieto & Vázquez)
Fernández Prieto & Vázquez prov.

Ass. *Hyperico androsaemi-Ulmetum glabrae* Vanden Berghen 1968

Ass. *Hedero heliciis-Tilietum platyphylli* Vigo & Carreras in Vigo et al. 1983
fraxinetosum excelsioris M.B. Crespo, Pitarch & Laguna 2008
seslerietosum hispanicae subass. nova

Bibliografía

- AIZPURU, I., ASEGINOLAZA, C., URIBE-ECHEBARRÍA, P.M., URRUTIA, P. & ZORRAKIN, I. 1999. *Claves ilustradas de la flora del País Vasco y territorios limítrofes*. 1ª ed. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz. 831 pp.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1979. *Fitosociología, bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Ed. Blume, Madrid. 820 pp.
- CASTROVIEJO, S. et al. 1986-2010. *Flora ibérica: plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Vols. 1-8, 10-15, 18, 21. Real Jardín Botánico, Madrid.
- CRESPO, M.B., PITARCH, R. & LAGUNA, E. 2008. Datos sobre las tiledas ibéricas (*Tilio-Acerion* Klika 1955). *Flora Montiberica* 39: 3-13.
- FERNÁNDEZ PRIETO, J. A. & DÍAZ GONZÁLEZ, T.E. 2003. Las clasificaciones de los hábitats naturales de la Unión Europea y las Directivas Hábitats. Las formaciones leñosas altas atlánticas ibéricas. *Naturalia Cantabricae* 2: 25-32.
- FERNÁNDEZ PRIETO, J. A. & VÁZQUEZ, V. M. 1987. Datos sobre los bosques asturianos orocantábricos occidentales. *Lazaroa* 7: 363-382.
- GARCÍA-MJANGOS, I. 1997. Flora y vegetación de los Montes Obarenes (Burgos). *Guineana* 3: 1-458.
- KOŠIR, P., ČARNI, A. & DI PIETRO, R. 2008. Classification and phytogeographical differentiation of broad-leaved ravine forests in southeastern Europe. *J. Veg. Sci.* 19: 331-342.
- LOIDI, J., BIURRUN, I. & HERRERA, M. 1997. La vegetación del centro-septentrional de España. *Itinera Geobot.* 9:161-618.
- OBERDORFER, E. 2001. *Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete*. 8 Aufl. Ulmer, Stuttgart.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. 2007. Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España (memoria del mapa de vegetación potencial de España). Parte I. *Itinera Geobot.* 17: 5-435.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. (en prensa). Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España (memoria del mapa de vegetación potencial de España). Parte II.
- VANDEN BERGHEN, C. 1968. Les forêts de la Haute Soule (Basses-Pyrénées). *Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique* 102: 107-132.
- VIGO, J., CARRERAS, J. & GIL, J. 1983. Aportació al coneixement dels boscos caducifolis dels Pirineus Catalans. *Collect. Bot. (Barcelona)* 14: 635-652.

Estructura i diversitat genètica de les poblacions pirinenques de *Dichoropetalum schottii* (Bess.) Pimenov & Kljuykov (*Apiaceae*): avaluació per a l'establiment de prioritats en conservació

Cèsar Blanché^{1*}, M. Carmen Martinell¹, Jordi López-Pujol²,
Sergi Massó¹, Maria Bosch¹, Ana Rovira¹ & Joan Simon¹

.....

ABSTRACT

Structure and genetic diversity of the Pyrenean populations of *Dichoropetalum schottii* (Bess.) Pimenov & Kljuykov (*Apiaceae*): evaluation for setting conservation priorities

Dichoropetalum schottii is a taxon of S. European mountains reaching its western distribution limit at the Pyrenees. A single Iberian location is known, hosting c. 250 individuals (CR according to IUCN 2001 categories). It is also known in France from some ten localities in the Eastern Pyrenees and protected by law in Catalonia and Languedoc-Roussillon.

Allozyme variation of Pyrenean populations has been studied. Parameters of genetic variation (P_{99} , A , H_e) for eight loci show lower values for the Catalan population (25.0; 1.37; 0.100, respectively) than for the remaining Pyrenean populations (37.5-50; 1.50; 0.112-0.134), in congruence with small population size and marginal excentric situation in relation with the total distribution area.

By comparing the obtained data with those of populations of the whole distribution area, we conclude that the Pyrenean populations set can be distinguished as a significant portion of genetic variation, characterized by private alleles and by a relatively recent origin, coming from an E. Mediterranean mountain stock. The set of Pyrenean populations can be identified as a functional conservation unit for which conservation measures are proposed.

Key words: endangered flora, plant species conservation, Pyrenees, allozyme diversity, conservation units

RESUM

Dichoropetalum schottii és un tàxon de les muntanyes del S. d'Europa que ateny el seu extrem occidental de distribució als Pirineus. Se'n coneix una única localitat ibèrica amb vora 250 individus (CR segons categories UICN 2001). A l'estat francès és conegut d'una desena de localitats dels Pirineus Orientals. Aquest tàxon és protegit legalment tant a la Catalunya autònoma com a la regió del Llenguadoc-Rosselló.

S'ha estudiat la variació al·loenzimàtica de les poblacions pirinenques. Els paràmetres de variació genètica (P_{99} , A , H_e) per a vuit loci indiquen valors més baixos a la població catalana (25,0; 1,37; 0,100, respectivament) que no pas a la resta de poblacions dels Pirineus (37,5-50; 1,50;

1. BioC-GReB, Institut de Recerca de Biodiversitat, Laboratori de Botànica, Facultat de Farmàcia, Universitat de Barcelona. Av. Joan XXIII s/n, E-08028 Barcelona

2. BioC-GReB, Institut Botànic de Barcelona (CSIC-ICUB). Passeig del Migdia, s/n, E-08038 Barcelona
* cesarblanche@ub.edu

0,112-0,134), congruents amb la petita mida poblacional i amb la situació marginal excèntrica respecte a l'àrea de distribució total.

Comparant les dades obtingudes amb les de poblacions de tota l'àrea de distribució es conclou que el nucli pirinenc en conjunt pot ser distingit com una fracció significativa de la variació genètica caracteritzada per la presència d'al·lels privats i per un origen relativament recent, a partir d'una estirp procedent de les muntanyes mediterrànies orientals. El conjunt de poblacions pirinenques és identificable com a unitat funcional de conservació, per a la qual es proposen mesures de conservació.

Mots clau: flora amenaçada, conservació de flora, Pirineus, diversitat al·loenzimàtica, unitats de conservació

Introducció

Dichoropetalum és un gènere d'apiàcies (Pimenov *et al.* 2007), que compta amb unes 26 espècies. De distribució principalment europea i asiàtica occidental, el nombre d'espècies del gènere disminueix d'est a oest, i només dues són presents a l'Europa occidental, *D. carvifolia* (Vill.) Pimenov & Kljuykov i *D. schottii* (Bess.) Pimenov & Kljuykov. Aquest darrer tàxon, recentment adscrit al gènere i anteriorment denominat *Peucedanum schottii* Bess. i *Holandrea schottii* (Bess.) Reduron *et al.* (Pimenov *et al.* 2007), té una àmplia distribució a les muntanyes del sud d'Europa: al Pindus, als Apenins, als Alps Dinàrics, a l'altiplà del Carst, als Alps (orientals, centrals i occidentals) i finalment als Pirineus. La població de la Mare de Déu del Mont, a l'Alta Garrotxa (al límit amb l'Alt Empordà), és l'única població catalana i ibèrica i se situa a l'extrem de l'àrea total de distribució de l'espècie. Les poblacions més properes són les dels Pirineus francesos orientals, que estan situades a uns 70 km de la població del Mont (fig. 1).

Dichoropetalum schottii és un hemicriptòfit de 30 a 60 (90) cm, que forma rosetes basals de fulles 2-3 pinnatisectes; cada roseta produeix nombroses tiges floríferes, amb 1-5 umbel·les de flors blanques. La floració es produeix entre agost i setembre, mentre que els fruits assoleixen la maduresa a l'octubre. El nombre cromosòmic, $2n = 22$ (Favarger 1959, Molero & Montserrat 1986) és constant a totes les espècies del gènere on s'han dut a terme recomptes (Pimenov *et al.* 2007). L'espècie sol trobar-se en pastures, clarianes i orles de bosc, i pot colonitzar també marges de camins i vies de comunicació, generalment a altituds moderades (800-1.800 m), tot i que ocasionalment pot créixer a alçades inferiors. L'única localitat catalana és de mida molt petita (per sota dels 250 individus i ocupa una àrea inferior als 2.000 m²) i, de fet, tant al *llibre vermell* català (Sáez *et al.* 2010) com a l'espanyol (Moreno, 2008) el tàxon és reconegut dins la màxima categoria de risc (CR) de la UICN (2001). La situació de l'espècie al Pirineu occità és, en canvi, força diferent: es coneix com a mínim d'una des-

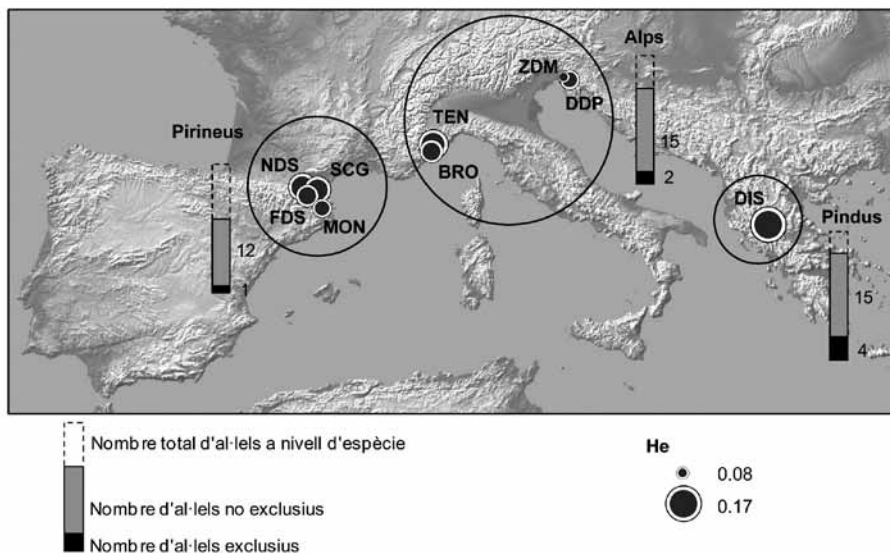


FIGURA 1. Localització de les poblacions de *Dichoropetalum schottii* a les diferents regions geogràfiques estudiades, i representació gràfica de les dades de diversitat genètica. La mida dels cercles de cada població és proporcional a l'heterozigosi esperada (H_e). Les barres indiquen el nombre total d'al·lels i el nombre d'al·lels exclusius a cada regió en relació al nombre total d'al·lels trobats a l'espècie. Codis de les poblacions: **Pirineus**: MON = Santuari de la Mare de Déu del Mont; FDS = Fontanès de Sault; NDS = Niort de Sault; SCG = Sainte Coulombe sur Guette. **Alps**: BRO: Col de Brouis; TEN: Col de Tende; DDP = Dolina di Perçadol; ZDM = Zolla di Monrupino. **Pindus**: DIS = Distrato

ena de localitats que compten amb un nombre relativament elevat d'individus (Martinell 2010). L'espècie gaudeix de protecció legal tant a Catalunya (és inclosa dins l'Annex I del *Catàleg de flora amenaçada de Catalunya*; DOGC, 2008) com al Lluenguadoc-Rosselló (JORF 1998, 2005), fet que no es dona a la resta de territoris on l'espècie és present.

En el marc d'un estudi més ampli de caracterització del fenomen d'extrem d'àrea/poblacions perifèriques en els nivells i la distribució de la diversitat genètica de les espècies vegetals (dins el Projecte del Pla Nacional de I+D+I CGL2007-60475/BOS), es presenten els primers resultats de variabilitat genètica amb marcadors al·loenzimàtics de les poblacions pirinenques (l'extrem d'àrea occidental de l'espècie) i es comparen amb els de les poblacions centrals i orientals de l'àrea de distribució de l'espècie. És ben sabut que en determinats

casos la conservació de poblacions perifèriques és altament aconsellable, com per exemple quan aquestes retenen una fracció substancial de la variabilitat genètica de les espècies, quan aquestes representen un camí evolutiu diferenciat (en el sentit de les ESU, *Evolutionarily Significant Units*; Crandall et al. 2000), o bé si són ecològicament importants (e.g. Millar & Libby 1991, Lesica & Allendorf 1995). Les dades genètiques obtingudes poden guiar-nos a l'hora d'establir prioritats de cara a la conservació de l'espècie, tant des del punt de vista *in situ* com *ex situ*.

Material i mètodes

MOSTRATGE

A banda de la població del Santuari de la Mare de Déu del Mont (MON) s'han mostrejat tres poblacions (seguint un criteri de representativitat geogràfica) dels Pirineus occitans (FDS, NDS i SCG) dins de l'extrem occidental de l'àrea de distribució de l'espècie (fig. 1). A efectes comparatius, de l'àrea central s'han mostrejat quatre poblacions, dues dels Alps Marítims (BRO i TEN) i dues de l'altiplà del Carst (ZDM i DDP; fig. 1). Finalment, de l'extrem oriental de l'espècie s'ha mostrejat una localitat de la serralada del Pindus (DIS), a Grècia (fig. 1). De cada població s'han recol·lectat entre 25 i 36 individus, collint sempre fulles joves de les rosetes basals, que s'han dipositat en sobres, transportat al laboratori i conservat a la nevera a 4 °C fins al moment de la seva anàlisi un o dos dies després.

EXTRACCIÓ I ELECTROFORESI

Les fulles s'han triturat i homogeneïtzat en gresols de porcellana amb l'ajut d'un tampó d'extracció de composició detallada a López-Pujol (2005). Els extractes obtinguts s'han absorbit en papers de filtre *Whatman* 3MM, que s'han conservat al congelador a -80 °C fins al moment de realitzar l'electroforesi, emprant com a suport gels de midó al 11%. S'han assajat 14 enzims dels quals, usant tres tampons de gel diferents (borat de liti pH 8,2, morfolina-citrat pH 6,1 i histidina-citrat pH 5,7; composició detallada a López-Pujol 2005), n'hem pogut resoldre sis (ACO, EC 4.2.1.3; DIA, EC 1.6.99.-; IDH, EC 1.1.1.42; MDH, EC 1.1.1.37; 6PGD, EC 1.1.1.44; i PGM, EC 5.4.2.2), obtenint un total de vuit *loci* interpretables (*Aco-1*, *Aco-2*, *Dia-1*, *Idh-1*, *Mdh-2*, *6Pgd-1*, *6Pgd-2* i *Pgm-2*).

ANÀLISI GENÈTICA

Els *loci* s'han numerat consecutivament i els al·lels presents en cada *locus* s'han designat alfabèticament a partir del més anòdic. Els patrons de bandes obtinguts han estat interpretats en termes genètics seguint els principis estàndard (Soltis & Soltis 1989). A nivell de tota l'espècie, la majoria dels *loci* (*Aco-1*,

Aco-2, *Idh-1*, *Mdh-2*, *6Pgd-2* i *Pgm-2*) semblen duplicats, tal i com es desprèn de la presència de patrons d'heterozigosi desequilibrada (els anomenats efectes de “dosi al·lèlica”; Tyler 2004) en aquests.

Per a determinar els nivells de diversitat genètica, s'han emprat els següents paràmetres: P_{99} , el percentatge de *loci* polimòrfics (considerats així quan la freqüència de l'al·lel més comú és igual o inferior a 0,99); A , el nombre mitjà d'al·lells per *locus*, i H_e , l'heterozigosi esperada. Per a determinar l'estructura genètica, hem emprat tres eines diferents: (i) la identitat genètica de Nei (1978) entre parells de poblacions (I), que ens ha permès construir un dendrograma UPGMA mitjançant el programa NTSYS (Rohlf, 1997); (II) l'anàlisi de la variància molecular (AMOVA) amb el programa ARLEQUIN 2.0 (Schneider *et al.* 2000); i (III) l'aproximació Bayesiana de Pritchard *et al.* (2000) implementada al programa STRUCTURE 2.3.1 (Hubisz *et al.* 2009).

Resultats i discussió

NIVELLS DE DIVERSITAT GENÈTICA EN *D. SCHOTTII*. LES POBLACIONS PIRINENQUES COM A NUCLI GENÈTICAMENT DEPAUPERAT

A escala global, *D. schottii* presenta uns nivells de diversitat moderats ($H_e = 0,121$), lleugerament superiors als valors de referència de Hamrick & Godt (1990, 1996) per a espècies de distribució relativament restringida, com és el cas de l'espècie que ens ocupa ($H_e = 0,105$ per a *narrow* i $H_e = 0,118$ per a *regional species*). La variabilitat relativament elevada de *D. schottii* pot respondre al fet que la majoria dels *loci* analitzats presentaven duplicacions. Descartant que es tracti d'un poliploide, atesos els recomptes diploides reportats de poblacions pirinenques i alpines de l'espècie (Favarger 1959; Molero & Montserrat 1986) i que el nombre cromosòmic és constant en totes les espècies del gènere per a les quals s'han dut a terme recomptes (Pimenov *et al.* 2007), les duplicacions detectades poden reflectir duplicacions segmentals o una antiga poliploïdia (Gottlieb 1982, Weeden & Wendel 1989). A nivell global, la població més variable, en termes de riquesa al·lèlica i d'heterozigosi, és la més oriental (DIS), que a més presenta quatre al·lells exclusius. Les poblacions dels Alps Marítics presenten una diversitat menor però que encara es pot qualificar de moderada, mentre que les poblacions del Carst i les dels Pirineus són les més depauperades (taules 1 i 2).

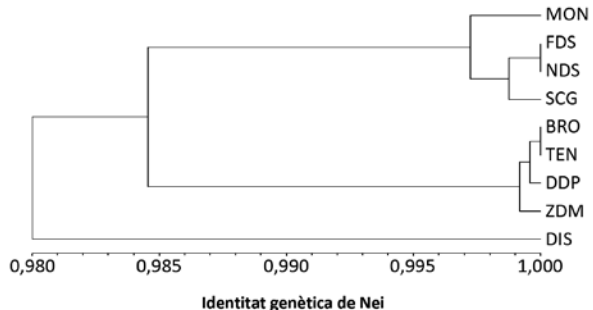
TAULA 1. Freqüències al·lèliques per a tots els *loci* a les poblacions estudiades dels Pirineus de *Dichoropetalum schottii*. L'al·lel més freqüent de cada *locus* a cada població s'indica en negreta. Les freqüències en cursiva indiquen els al·lèls rars (aquells que estan en proporció inferior a 0,05).

<i>Locus</i>	Al·lel	Poblacions			
		MON	FDS	NDS	SCG
<i>Aco-1</i>	<i>a</i> ¹	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>b</i>	1,000	1,000	1,000	1,000
	<i>c</i> ¹	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Aco-2</i>	<i>a</i> ¹	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>b</i>	1,000	1,000	1,000	1,000
	<i>c</i> ¹	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Dia-1</i>	<i>a</i>	1,000	1,000	1,000	1,000
<i>Idh-1</i>	<i>a</i>	0,007*	0,009*	0,028*	0,017*
	<i>b</i>	0,993	0,991	0,972	0,983
	<i>c</i> ¹	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Mdh-2</i>	<i>a</i> ¹	0,000	0,000	0,067	0,000
	<i>b</i>	1,000	1,000	0,933	1,000
	<i>c</i> ¹	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>6Pgd-1</i>	<i>a</i> ¹	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>b</i>	1,000	1,000	1,000	1,000
<i>6Pgd-2</i>	<i>a</i>	0,000	0,087	0,000	0,034
	<i>b</i>	0,823	0,739	0,721	0,595
	<i>c</i>	0,177	0,174	0,279	0,371
<i>Pgm-2</i>	<i>a</i> ¹	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>b</i>	0,465	0,638	0,578	0,546
	<i>c</i>	0,535	0,362	0,422	0,454
	<i>d</i> ¹	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>e</i> ¹	0,000	0,000	0,000	0,000

¹ Al·lèls que no es troben a les poblacions dels Pirineus però que sí estan presents en alguna de la resta de poblacions mostrejades de l'espècie.

*Al·lel exclusiu de les poblacions dels Pirineus.

FIGURA 2. Dendrograma UPGMA construït a partir de la identitat genètica de Nei (*I*) entre parells de poblacions de *Dichoropetalum schottii*



TAULA 2. Resum de la diversitat genètica a les nou poblacions estudiades de *Dichoropetalum schottii*. P_{99} = percentatge de *loci* polimòrfics (criteri del 99%); A = nombre mitjà d'al·lels per *locus*; H_e = heterozigosi esperada.

Població	P_{99}	A	H_e
Pirineus			
MON	25,0	1,37	0,100
FDS	37,5	1,50	0,112
NDS	50,0	1,50	0,134
SCG	37,5	1,50	0,129
Mitjana poblacional	37,5 ± 10,2	1,47 ± 0,06	0,119 ± 0,016
Alps Marítims			
Mitjana poblacional	50,0 ± 0,0	1,74 ± 0,18	0,128 ± 0,020
Altiplà del Carst			
Mitjana poblacional	18,7 ± 8,8	1,37 ± 0,18	0,092 ± 0,014
Pindus			
DIS	62,5	2,37	0,173
Mitjana de totes les poblacions	38,9 ± 15,9	1,61 ± 0,33	0,121 ± 0,027

Respecte a l'estructura genètica poblacional, les identitats genètiques entre poblacions (I) són molt altes (de mitjana, properes al 99%). Tot i això, a l'arbre UPGMA es defineixen amb prou claredat tres grups genètics que es poden equipar a tres regions geogràfiques: Pindus, Alps Marítims+Carst i Pirineus (fig. 2). Com és d'esperar, la divergència genètica entre poblacions és molt petita ($F_{ST} = 0,090$), i l'anàlisi de la variància molecular (AMOVA) ens indica, a més, que la majoria d'aquesta divergència es deu més a diferències entre regions que no pas a diferències entre poblacions dins de les regions. Els tres grups genètics identificats amb el dendrograma UPGMA es confirmen també amb l'anàlisi bayesiana de l'estructura poblacional.

L'elevada similitud genètica detectada entre les diferents regions estudiades probablement indica que l'actual distribució de *D. schottii* és el resultat d'una fragmentació al·lopàtrica recent (vicariança), tal i com ha estat proposat per a bona part de la flora montana europea (e.g. Comes & Kadereit 2003, Kropf *et al.* 2006, 2008). En aquest sentit, hom pot imaginar un quadre de migració altitudinal ascendent de les poblacions de *D. schottii* durant els períodes interglacials (com l'actual, l'holocè), que haurien restat aïllades en massissos muntanyosos. Amb l'adveniment d'un període glacial (l'últim va assolir el seu màxim fa uns 21.000 anys) les poblacions haurien descendit a les valls i terres baixes, on haurien augmentat les probabilitats de contacte entre elles (flux genètic) i per tant, s'hauria augmentat la cohesió genètica de l'espècie.

Els alts nivells de diversitat genètica de la regió del Pindus poden explicar-se per diferents raons. En primer lloc, les muntanyes del Pindus es varen glaçar molt menys que els Alps o els Pirineus (Hugues *et al.* 2006); de fet, aquesta regió es considera una de les principals àrees de refugi tant per plantes com per animals degut a la seva relativa estabilitat eco-climàtica al llarg de tot el Quaternari (Tzedakis *et al.* 2002). És plausible, doncs, pensar que les poblacions de *D. schottii* al Pindus no s'haurien vist forçades a realitzar migracions tant importants, i per tant amb una menor incidència dels efectes dels colls d'ampolla i la deriva genètica associada (Hewitt 1996, Tian *et al.* 2010). Un altre aspecte biogeogràfic que cal tenir en compte és que el centre de distribució del gènere està localitzat relativament a prop, a la península Anatòlica (on hi ha fins a 11 espècies), i els Balcans podrien representar un centre d'especiació secundari (de fet, a les muntanyes del nord-oest de Grècia poden trobar-se quatre espècies més de *Dichoropetalum*). En aquest sentit, i en base a les dades genètiques de la figura 1 i la taula 2 (una gradació descendent tant pel que fa a l'heterozigosi esperada com a la riquesa al·lèlica en direcció est-oest), es podria hipotetitzar un escenari de migració progressiva en direcció oest des del centre de distribució del gènere.

Les poblacions pirinenques constitueixen un nucli relativament empobrit respecte els altres dos grans nuclis identificats (Pindus i Alps *sensu lato*). Dels 23 al·lèls detectats al conjunt de l'espècie, només 13 són presents al Pirineu, i d'aquests només un és exclusiu d'aquesta regió, on es troba en una freqüència molt baixa (fig. 1 i taula 1). La presència d'aquest al·lel exclusiu pot respondre a dues raons: (i) el resultat d'una mutació *in situ*, probablement a causa de la fragmentació al·lopàtrica des del darrer màxim glacial i la manca de connectivitat amb la resta de massissos muntanyosos en etapes posteriors (holocè), i (ii) que no s'hagi detectat a la resta de poblacions estudiades.

Dins el nucli pirinenc, tots els paràmetres de variabilitat mostren valors inferiors per a la població garrotxina (Nbre total d'al·lèls = 11; $P_{99} = 25,0$; $A = 1,37$; $H_e = 0,100$) que per a la resta de poblacions pirinenques (Nbre total d'al·lèls = 12; $P_{99} = 37,5-50,0$; $A = 1,50$; $H_e = 0,112-0,134$; taula 2), resultats congruents amb la més petita mida poblacional i amb la situació marginal excèntrica respecte a les poblacions de la banda francesa dels Pirineus. La distància entre la població ibèrica i les franceses sembla prou important per impedir un flux genètic entre ambdues bandes del Pirineu, tot i que tampoc pot descartar-se la presència de poblacions intermèdies no detectades. De fet, tot i que té nivells de diversitat genètica més baixos, la població de l'Alta Garrotxa presenta un elevat grau d'homogeneïtat amb la resta de poblacions pirinenques: els 11 al·lèls de la primera són compartits per les segones i, a més a més, amb freqüències molt similars (els dos al·lèls de les poblacions franceses que manquen al Mont es troben en freqüències inferiors al 10%; taula 1).

PRIORITATS DE CONSERVACIÓ

Les poblacions dels Pirineus, que probablement serien d'origen recent a partir d'una estirp procedent de les muntanyes mediterrànies orientals, constitueixen un nucli genèticament empobrit de *D. schottii*. Per tant, tot i que a nivell d'espècie no siguin mereixedores de la màxima prioritat a l'hora d'aplicar mesures de conservació (a priori caldria centrar esforços a la banda més oriental), les poblacions pirinenques constitueixen un conjunt relativament diferenciat de la resta, amb un al·lel que no es troba més enllà dels Pirineus (fig. 2 i taula 1). D'altra banda, convé no oblidar que, malauradament, les poblacions pirinenques són les úniques que gaudeixen de protecció legal a tot Europa.

Atesa la homogeneïtat genètica de les poblacions franceses i la del Mont, el més recomanable és abordar una gestió conjunta de totes elles (és a dir, que constitueixin una veritable "unitat funcional de conservació" transfronterera), la qual cosa permetria, per exemple, un hipotètic rescat poblacional de la localitat ibèrica a partir de les franceses. Precisament és la població del Mont la que mereix ser prioritzada, atesa la seva petita mida poblacional i el seu aïllament geogràfic; l'espècie, als Pirineus occitans, forma nuclis poblacionals de mida considerable i a més amb possibilitats reals de flux genètic entre ells. La població catalana està situada a tocar del santuari de la Mare de Déu del Mont, un indret relativament transitat i alterat i on, a banda de l'excessiva freqüentació, les obres de manteniment del santuari han suposat la desaparició directa d'alguns individus. Com a amenaces a aquesta població, convé destacar també l'elevada fluctuació interanual en el nombre d'individus reproductors i la predació per herbívors; aquesta pressió de sobrepastura (cabres, ovelles), ha estat regulada durant el darrer any pel Consorci de l'Alta Garrotxa, entitat gestora de l'Espai d'Interès Natural, a través de la instal·lació d'un tancat per a bestiar i de la derivació d'un ramat, amb resultats que caldrà avaluar (Martinell & Oliver 2008, Martinell 2010).

Des del punt de vista legal, recomanem la inclusió de *D. schottii* al *Catàlego Nacional de Especies Amenazadas* ja que es tracta de l'única població ibèrica de l'espècie, sotmesa a risc de perill crític. Com a mesures de conservació *in situ*, amb caràcter d'urgència cal assegurar el manteniment de l'exclusió de predadors (prèvia avaluació de l'efectivitat del tancat) i dur a terme una vigilància de la població (per tal d'evitar l'acumulació de deixalles i restes de materials de construcció i qualsevol altra alteració de la zona culminal – antenes, aparcaments, etc.); també creiem adequat recomanar un reforçament poblacional –amb material vegetal originari de la pròpia població– en cas que es produeixin davallades significatives en el nombre d'individus, per sota de la mínima població viable. Igualment caldria procedir a la recol·lecció de llavors de totes les poblacions amb una triple finalitat: (i) per a la seva conservació en bancs de gèrmoplasma, (ii) per a la producció d'individus en cas necessari d'un

reforçament, i (iii) per al manteniment de col·leccions vives a jardins botànics, tenint en compte una estratègia adequada de captura adequada de la diversitat genètica (López-Pujol 2005), a partir de les dades que presentem. Una primera campanya de recol·lecció de granes ha estat duta a terme l'any 2009 per part del Jardí Botànic Marimurtra (Blanes).

Agraïments

Els autors agraeixen a O. Argagnon, F. Boillot, J. Molina (Conservatoire Botanique de Porquerolles, França), A. Strid (Kobenhavn University, Dinamarca), G. Kamari (University of Patras, Grècia), L. Feoli, G. Cusma (University of Trieste, Itàlia) i X. Oliver (Institució Catalana d'Història Natural) el seu ajut en la localització de poblacions i la recol·lecció de mostres. Igualment, agraïm la concessió dels permisos per a la recol·lecció científica de mostres, tant a França (Conservatoire Botanique) com a Catalunya (Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya). També cal reconèixer l'ajut de M. Soto en el treball de laboratori, i els consells de N. Garcia-Jacas, M. Galbany, R. Vilatersana i S. López per a l'anàlisi de dades i la discussió. Aquest treball ha estat finançat pel Ministerio de Educación y Ciencia [CGL2007-60475/BOS], i mitjançant la concessió d'una beca BRD (Universitat de Barcelona) a M.C. Martinell i d'un contracte postdoctoral Jae-Doc (CSIC) a J. López-Pujol.

Bibliografia

- COMES, H.P. & KADEREIT, J.W. 2003. Spatial and temporal patterns in the evolution of the flora of the European Alpine System. *Taxon* 52: 451-462.
- CRANDALL, K.A., BININDA-EMONDS, O.R.P., MACE, G.M. & WAYNE R.K. 2000. Considering evolutionary processes in conservation biology. *Trends in Ecology and Evolution* 15: 290-295.
- DOGC. 2008. Decret 172/2008, de 26 d'agost, de creació del Catàleg de flora amenaçada de Catalunya. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya* 5204: 65881-65895.
- FAVARGER, C. 1959. Notes de caryologie alpine. *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchatel* 3: 255-285.
- GOTTLIEB, L. 1982. Conservation and duplication of isozymes in plants. *Science* 216: 373-380.
- HAMRICK J. L. & GODT, J. W. 1990. Allozyme diversity in plant species. In: Brown, A.H.D., Clegg, M.T., Kahler, A.L. & Weir, B.S. (eds) *Plant Population Genetics, Breeding and Genetic Resources*: 43-63. Sinauer Associates, Sunderland.
- HAMRICK, J.L. & GODT, M. J. W. 1996. Conservation genetics of endemic plant species. In: Avise, J.C. & Hamrick, J.L. (eds) *Conservation genetics. Case histories from nature*: 281-304. Chapman & Hall, New York.
- HEWITT, G.M. 1996. Some genetic consequences of ice ages, and their role in divergence and speciation. *Biological Journal of Linnean Society* 58: 247-276.
- HUBISZ, M.J., FALUSH, D., STEPHENS, M. & PRICHARD, J.K. 2009. Inferring weak population structure with the assistance of sample group information. *Molecular Ecology Resources* 9: 1322-1332.

- HUGHES, P., WOODWARD, J. & GIBBARD, P. 2006. Quaternary glacial history of the Mediterranean Mountains. *Progress in Physical Geography* 30: 334-364.
- IUCN, 2001. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland and Cambridge.
- JORF. 1998. Arrêté du 29 octobre 1997 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Languedoc-Roussillon. Journal Officiel de la République Française 13, du 16 janvier 1998: 674.
- JORF. 2005. Arrêté du 30 décembre 2004 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Midi-Pyrénées. Journal Officiel de la République Française 77, du 2 avril 2005: 5964.
- KROFF, M., COMES, H.P. & KADEREIT, J.W. 2006. Long-distance dispersal vs vicariance: the origin and genetic diversity of alpine plants in the Spanish Sierra Nevada. *New Phytologist* 172: 169-184.
- KROFF, M., COMES, H.P. & KADEREIT, J.W. 2008. Causes of the genetic architecture of south-west European high mountain disjuncts. *Plant Ecology and Diversity* 1: 217-228.
- LESICA, P. & ALLENDORF, F.W. 1995. When are peripheral populations valuable for conservation? *Conservation Biology* 9: 753-760.
- LÓPEZ-PUJOL, J. 2005. Estudis de diversitat genètica d'espècies endèmiques i/o amenaçades de la Mediterrània Occidental. Tesi Doctoral, Universitat de Barcelona.
- MARTINELL, M.C. 2010. Biología de la conservación de especies amenazadas de área de distribución restringida en Cataluña. Tesi Doctoral, Universitat de Barcelona.
- MARTINELL, M.C. & OLIVER, X. 2008. *Peucedanum schottii* Besser ex DC. Fitxa de seguiment. Programa de seguiment i conservació de flora amenaçada. Delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural.
- MILLAR, C.I. & LIBBY, W.J. 1991. Strategies for conserving clinal, ecotypic and disjunct populations diversity in widespread species. In: Falk DA, Holsinger KE (eds) *Genetics and conservation of rare plants*: 149-170. Oxford University Press, New York.
- MOLERO, J. & MONTSERRAT, J.M. 1986. Números cromosómicos de plantas occidentales, 363-375. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 43: 137-142.
- MORENO, J.C., coord. 2008. Lista Roja 2008 de la flora vascular española. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, y Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas), Madrid.
- NEI, M. 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics* 89: 583-590.
- PIMENOV, M.G., KLJUJKOV, E.V. & OSTROUMOVA, T. 2007. Critical taxonomic analysis of *Dichoropetalum*, *Johrenia*, *Zeravschania* and related genera of Umbelliferae-Apioideae-Peucedaneae. *Willdenowia* 37: 465-502.
- PRITCHARD, J.K., STEPHENS, M. & DONNELLY, P. 2000. Inference of population structure using multi-locus genotype data. *Genetics* 155: 945-959.
- ROHLF, F.J. 1997. *NTSYS-pc. Numerical taxonomy and multivariate analysis system. Version 2.02*. Exeter Software, Setauket (NY, USA).
- SÁEZ, L., AYMERICH, P. & BLANCHÉ, C. 2010. *Llibre vermell de la flora vascular endèmica i amenaçada de Catalunya*. Argania Edicions, Barcelona.
- SCHNEIDER, S., ROESSLI, D. & EXCOFFIER, L. 2000. *Arlequin v. 2.0: A Software for Population Genetic Data Analysis*. Genetics and Biometry Laboratory, University of Geneva, Switzerland.
- SOLTIS, D.E. & SOLTIS, P.S. 1989. *Isozymes in Plant Biology*. Dioscorides Press, Portland.
- TIAN, S., LÓPEZ-PUJOL, J., WANG, H.-W., GE, S., & ZHANG, Z.-Y. 2010. Molecular evidence for glacial expansion and interglacial retreat during Quaternary climatic changes in a montane tem-

- perate pine (*Pinus kwangtungensis* Chun ex Tsiang) in southern China. *Plant Systematics and Evolution* 284: 219-229.
- TYLER, T. 2004. Studies in the *Melica ciliata* - complex: 1. Distribution of allozyme variation within and among individuals, populations and geographic regions. *Plant Systematics and Evolution* 248: 1-30.
- TZEDAKIS, P., LAWSON, I., FROGLEY, M., HEWITT, G. & PREECE, R. 2002. Buffered tree population changes in a Quaternary refugium: evolutionary implications. *Science* 297: 2044-2047.
- WEEDEN, N.F. & WENDEL, J.F. 1989. Genetics of plant isozymes. In: Soltis DE, Soltis PS (eds) *Isozymes in plant biology*: 46-72. Dioscorides Press, Portland.

Aportació al coneixement de la flora de les valls de Sau (NE de Catalunya)

José M. Blanco-Moreno^{1*}, Aaron Pérez-Haase¹,
Arnau Mercadé¹ & Efreem Batriu¹

.....

ABSTRACT

Contribution to the floristic knowledge of the valleys of Sau (north-eastern Catalonia)

The valleys comprised between the Collsacabra and Guilleries massifs constitute an important part of a paramount biogeographical corridor between the Pyrenees and the Montseny massif, two areas that are well known for their rich flora. However, in spite of their interest as a corridor joining floristically rich areas, these valleys have been largely neglected, and most of the available data were furnished during the late 19th century. In order to overcome this lack of accurate recent data, we have sampled intensively this territory between 2005 and 2009.

Our sampling has revealed that it is a rich territory, and very interesting from a botanical point of view. We have found more than 1,000 taxa in an area about 100 km², representing a huge increase over the previously available data. We highlight several sets of taxa for their different values: (i) eminently Pyrenean species, which display their southern range limit within the studied territory or in the Montseny massif (*Euphorbia dulcis* subsp. *dulcis*, *Lamium galeobdolon*...); (ii) very uncommon species in Catalonia (*Trifolium diffusum*, *Carex praecox*, *Allium pyrenaicum*...); (iii) alien species that are rare in Catalonia (*Eclipta prostrata*, *Chenopodium pumilio*, *Panicum dichotomiflorum*...); and (iv) species that are locally interesting (*Seseli tortuosum*, *Melampyrum nemorosum* subsp. *catalaunicum*, *Carex viridula*...).

Keywords: biogeography, biological corridor, Catalan Pre-Coastal Range, alien species, species richness, deficient sampling

RESUM

Les valls de Sau es troben situades a cavall de les Guilleries i el Collsacabra, dins el corredor biològic que uneix els Pirineus amb el Montseny, àrees d'una notable riquesa florística. Malgrat el seu interès biogeogràfic, l'àrea estudiada presenta una manca important de dades florístiques, i gran part de les disponibles pertanyen a autors antics. Per esmenar aquesta mancança, des de l'any 2005 fins al 2009 hem herboritzat de manera minuciosa aquest territori.

Els resultats confirmen que es tracta d'una àrea de gran riquesa florística i de gran interès botànic. En aquest sentit hem trobat més de 1.000 tàxons en 100 km², cosa que ha representat un gran increment de citacions per a aquest territori. Entre aquests tàxons destaquem aquells

1. Departament de Biologia Vegetal, Universitat de Barcelona. Av. Diagonal 645, E-08028 Barcelona
* jmblanco@ub.edu

que: (i) tenen distribució eminentment pirinenca i troben el seu límit meridional al territori estudiat o al Montseny (*Euphorbia dulcis* subsp. *dulcis*, *Lamium galeobdolon*...); (ii) són molt rars al territori català (*Trifolium diffusum*, *Carex praecox*, *Allium pyrenaicum*...); (iii) són al·lòctons i força rars al territori català (*Eclipta prostrata*, *Chenopodium pumilio*, *Panicum dichotomiflorum*...); i (iv) constitueixen una novetat local remarcable (*Seseli tortuosum*, *Melampyrum nemorosum* subsp. *catalaunicum*, *Carex viridula*...).

Paraules clau: biogeografia, corredor biològic, serralada Pre-litoral, espècies al·lòctones, riquesa d'espècies, mostreig deficient

Introducció

Les valls de Sau i Susqueda formen part dels massissos de les Guilleries i del Collsacabra. Aquests massissos es troben situats al nord-est de Catalunya i constitueixen un corredor biològic d'importància regional entre els Pirineus i el Montseny, i que connecta en última instància amb el Montnegre, a la serralada Litoral Catalana. Al llarg d'aquests massissos s'hi poden localitzar plantes de tendència oròfila (*Antennaria dioica*, *Potentilla rupestris*, *Leontodon pyrenaicus*, *Nardus stricta*...) i de tendència atlàntica (*Hypericum humifusum*, *Juncus tenageia*...). Moltes d'elles es troben tan sols al Montseny, però altres troben refugi també al territori estudiat. Algunes, no obstant, troben el seu límit meridional a les Guilleries (*Lamium galeobdolon*, *Narcissus moleroi*, *Carex alba*...). D'altra banda, la falta de discontinuïtat clara entre el Montseny i les Guilleries ha permès que comparteixin tàxons d'àrea restringida com *Melampyrum nemorosum* subsp. *catalaunicum*, *Saxifraga genesiana* i *Saxifraga vayredana*.

Malgrat aquestes característiques notables del territori es detecta una falta d'estudis en temps moderns. Les dades principals que tenim disponibles provenen del segle XIXè i van ser fornides principalment per Vayreda (1879, 1902). Moltes d'aquestes antigues citacions responen a criteris taxonòmics obsolets i, a més, no són fàcilment georeferenciables o són imprecises. Tanmateix, si bé el nord-est de Catalunya es pot considerar en conjunt prou ben conegut, pel que fa a la flora és en aquesta àrea on hi ha un buit important (Mercadé et al. 2005, Pérez-Haase et al. 2008, Font 2009). Per aquestes raons vàrem portar a terme una herborització minuciosa de les valls de Sau i Susqueda, des de l'any 2005 fins al 2009.

Mètodes

TERRITORI ESTUDIAT

El territori estudiat, les valls compreses entre els massissos de les Guilleries i del Collsacabra, es troba situat al nord-est català (fig. 1). Aquests massissos formen part de la dorsal humida que des dels Pirineus orientals penetra cap al sud, culminant en el massís del Montseny.

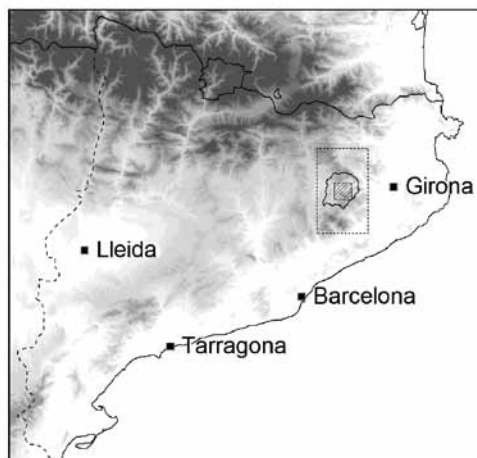


FIGURA 1. Mapa hipsomètric de Catalunya; el contorn continu indica el territori inclòs en el present mostreig de camp; el rectangle indica el conjunt de quadrats UTM de 10 km de costat que s'utilitzen per les comparacions amb les dades del BDBC, que inclouen els massissos del Collsacabra i de les Guilleries i del Montseny; i el quadrat amb trama indica l'àrea central de les valls de Sau.

Les alçades mínima i màxima són, respectivament, els 205 m al Ter aigües avall de l'embassament de Susqueda i els 1.187 m del turó del Faig Verd. Aquest territori presenta una important diversitat de substrats entre els que s'hi compten calcàries, margues, gresos, conglomerats i granits.

Les precipitacions mitjanes volten els 1.000 mm/any (amb variacions segons la posició en els massissos i l'alçada). La pluja queda ben repartida al llarg de totes les estacions, si bé l'eixut estival s'hi deixa notar durant el mes de juliol.

La xarxa hidrogràfica pertany completament a la vall del riu el Ter, l'únic riu important, que travessa el territori d'oest a est. El seu curs es troba profundament alterat per les preses de Sau i de Susqueda (i en menor grau per la del Pasteral). Altres cursos importants són la riera Major, que neix sota el Matagalls, i la riera d'Osor, que creua les Guilleries centrals; totes dues tributen directament al Ter.

La vegetació és principalment de tipus mediterrani humit i submediterrani, amb domini dels alzinars muntanyencs, però amb enclavaments importants de vegetació de caire atlàntic com són les fagedes acidòfiles, els boscos caducifolis mixtos i les vernedes, algunes d'elles molt riques. L'elevada transformació de la vegetació fa que també tinguin pes en el paisatge altres formacions secundàries com les castanyedes o les pinedes de pi roig. Localment, pren força rellevància la vegetació rupícola, associada al sector calcari del territori estudiat.

TREBALLS PREVIS

La primera tasca va consistir en una recopilació bibliogràfica dels escassos treballs realitzats en aquesta àrea. La majoria d'informació existent va ésser fornida per autors del segle XIXè, especialment per Vayreda (1879, 1902), qui va reportar nombroses plantes de la riera d'Osor. En conjunt, el nombre de cites recollides va ser baix i bona part havien quedat molt antiquades (especialment pel que fa a la taxonomia). D'altra banda, el Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya (BDBC) (Font 2009), que recull les citacions més modernes, ha estat una eina bàsica de consulta per valorar els resultats obtinguts en aquest treball.

TREBALL DE CAMP I CONSERVACIÓ I DETERMINACIÓ DEL MATERIAL

El treball de camp, realitzat al llarg de quatre anys (2005-2009), ha permès l'estudi de la flora vascular i la construcció del catàleg florístic. La prospecció florística del territori s'ha basat en una identificació preliminar i visita d'indrets amb especial interès botànic en base a la cartografia topogràfica existent i en el mapa d'hàbitats (Departament de Medi Ambient i Habitatge 2009). En aquests (i altres) indrets es van llistar totes les espècies identificables de visu (normalment plantes comunes i ben distribuïdes pel territori) i recollir mostres d'aquells tàxons rars, conflictius o simplement poc coneguts per nosaltres. Les dades de camp van ser informatitzades amb el mòdul Fagus del programari VEGANA (de Cáceres et al. 2003) per construir el banc de dades florístiques; les mostres més conflictives van ser determinades al laboratori del Centre de Documentació de Biodiversitat Vegetal de la Universitat de Barcelona (CeDocBiV).

Per la determinació del material hem emprat les flores generals més habituals (Bolòs & Vigo 1984-2001, Castroviejo et al. 1986-2009, Bolòs et al. 2005) i treballs monogràfics (Verloove & Sánchez Gullón 2008, Majure & Ervin 2007, Kerguelen & Plonka 1989). Pel que fa als criteris taxonòmics, en tant que les principals obres de consulta sovint discrepen, hem optat per seguir un criteri propi, sempre basat en les obres de referència esmentades. Algunes de les novetats florístiques més interessants han estat ja publicades (Mercadé et al. 2005, Pérez-Haase et al. 2008).

ANÀLISI

Les dades florístiques es van informatitzar i gestionar amb el mòdul Fagus del programari VEGANA (de Cáceres 2003); l'anàlisi dels espectres taxonòmics i corològics es va fer amb R (R Project Core Team 2010). Per l'anàlisi de la flora del territori es van tractar les dades individualment i conjuntament amb les d'altres catàlegs florístics publicats (Villegas 2002, Vilar et al. 2001, Bolòs & Bolòs 1987). D'altra banda, per realitzar la comparació amb les àrees veïnes, només es van seleccionar les dades de l'àrea central del territori estudiat, que

coincideix amb la quadrícula UTM 31T DG54 i que presentava el menor nombre de registres al BDBC (Font 2009).

Resultats i discussió

ESPECTRE TAXONÒMIC

Els resultats han confirmat que es tracta d'un territori d'una gran riquesa florística. La campanya de prospecció d'aquesta àrea ha generat un gran increment de cites florístiques (aproximadament 6.900 registres) respecte a les disponibles actualment, volum que permet equiparar-lo amb altres àrees veïnes en les que existien catàlegs florístics de detall. El nombre d'espècies trobades en el centenar de quilòmetres quadrats mostrejats ascendeix provisionalment a 1090 espècies de plantes vasculares. Aquesta dada és més versemblant que no pas els 229 tàxons (inclosos els de rang subespecífic) recollits al BDBC (Font 2009), i s'aproxima a la riquesa florística de catàlegs d'àrees properes mostrejades intensament (Villegas 2002: 1.003 tàxons; Vilar et al. 2001: 1050 tàxons; Bolòs & Bolòs 1987: vora 1.100 tàxons).

Els tàxons del catàleg que hem dreçat pertanyen a 93 famílies (fig. 2); aproximadament un 30% pertanyen a les famílies de les Asteràcies, les Poàcies i les Fabàcies, elements típicament majoritaris en les regions temperades europees. Hi ha, tanmateix, un contingent molt important de famílies (77 famílies, un 82,8% del total) representades amb menys d'un 1,5% de tàxons sobre el total de la flora del territori estudiat.

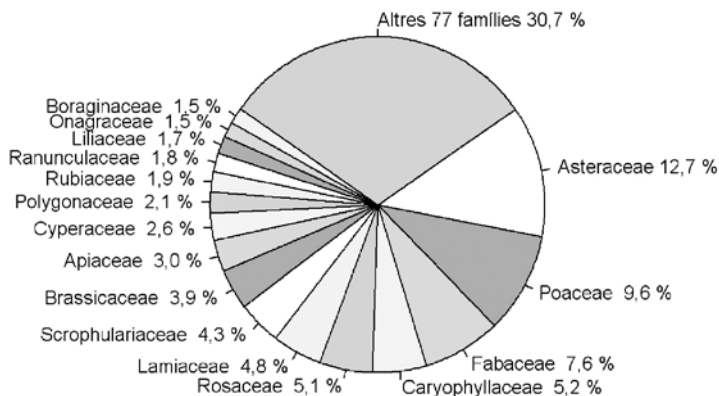


FIGURA 2. Espectre taxonòmic de la flora.

ESPECTRE BIOGEOGRÀFIC

En referència als grups corològics, basats en Bolòs et al. (2005), la flora del territori pertany principalment, gens sorprenentment, als elements eurosiberià i mediterrani (fig. 3). Aproximadament un 32,4% de les espècies són eurosiberianes en sentit ampli: bé són tàxons que són estrictament eurosiberians o bé tenen l'òptim de distribució a l'Europa Central i s'estenen més enllà d'aquest territori (lateurosiberians). Aquest percentatge és clarament inferior al de catàlegs florístics d'algunes zones properes (39,3% per Vidrà –Villegas 2002) però és força superior al de les planes gironines (23,8% per Girona – Vilar et al. 2001) amb les quals connecta per la vall del riu Ter. La proximitat geogràfica (uns 15 kilòmetres) així com la geomorfologia propicien les similituds entre els espectres corològics del catàleg de Vidrà i el que aquí presentem. Tots dos territoris constitueixen un territori muntanyenc gairebé continu que serveix de corredor per a espècies eurosiberianes que atenyen per aquesta via el massís del Montseny.

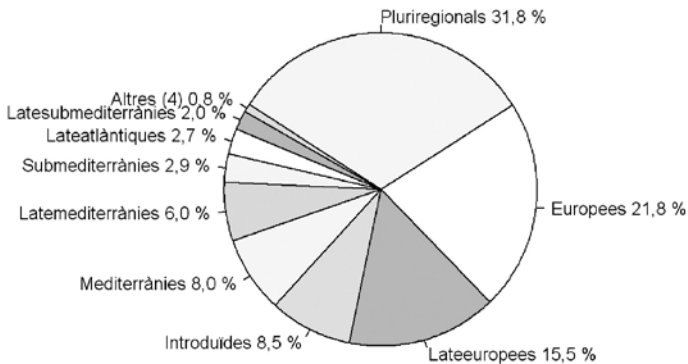


FIGURA 3. Espectre corològic de la flora.

Si fem una comparació més àmplia de les dades pròpies d'aquest projecte amb les dades disponibles al Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya (Font 2009) per a les quadrícules UTM veïnes que inclouen part del sistema Transversal i de l'extrem nord de la serralada Pre-litoral, observem però que l'àrea estudiada presenta diferències importants amb les quadrícules adjacents. En les àrees veïnes, tant pel nord com pel sud, les plantes eurosiberianes representen un percentatge més elevat; aquesta diferència es produeix, en sentit contrari, en el contingut de plantes mediterrànies, que constitueixen un conjunt més nombrós en el territori estudiat. La diferència de caire biogeogràfic més important la marquen però els tàxons boreoalpíns, que no hi

són representats, i els tàxons alpins, només un 0,4% de la flora del territori. Aquestes diferències es deuen principalment a la manca de zones extenses d'altitud elevada a la zona estudiada, i la profunda influència mediterrània que presenta bona part del territori. No cal oblidar però, el possible efecte de les diferències en la intensitat de mostratge que presenten les diferents quadrícules UTM.

Pel que fa a les espècies al·lòctones, constitueixen aproximadament un 7,8%, un percentatge força alt. Aquestes espècies introduïdes són, principalment, de l'estatge basal. En el nostre cas aquest valor elevat es pot explicar, sobretot, per la inclusió dels ambients alterats periòdicament dels embassaments de Sau i de Susqueda, on s'hi concentren una gran quantitat de les plantes al·lòctones del catàleg. La majoria de les plantes introduïdes al territori estudiat són d'origen americà, concretament un 60%.

Pel que fa a l'interès corològic dels taxons que constitueixen la flora d'aquest territori hem destacat (taula 1) aquells que per una raó o altra tenen una distribució especial, des dels que es troben al límit de la seva àrea de distribució, als que són molt rars i per tant tenen interès local, o encara aquells que són al·lòctons rars a Catalunya.

TAULA 1. Tàxons remarcables del territori estudiat, categoritzats segons les principals causes del seu interès en la flora de les Valls de Sau. Indiquem amb un asterisc aquelles espècies que no havien estat citades d'aquest territori.

- Tàxons de distribució bàsicament pirinenca, sovint amb les poblacions més meridionals al nord-est català i amb el límit sud de distribució a l'àrea del Montseny o de les Guillerries

<i>Allium ursinum</i> L.*	<i>Hypochoeris maculata</i> L.*	<i>Ranunculus carlittensis</i> (Sennen) Grau*
<i>Carex demissa</i> Hornem. in Oeder*	<i>Lamium galeobdolon</i> (L.) L.*	<i>Sedum brevifolium</i> DC.
<i>Carex pallescens</i> L.*	<i>Melica nutans</i> L.*	<i>Senecio adonidifolius</i> Loisel.*
<i>Carex viridula</i> Michx.*	<i>Milium effusum</i> L.*	<i>Silene dioica</i> (L.) Clairv.*
<i>Coincya cheiranthos</i> (Vill.) Greut. et Burdet*	<i>Narcissus moleroi</i> Fern. Casas*	<i>Stachys alpina</i> L.*
<i>Epilobium collinum</i> Gmel.*	<i>Odontites cebennensis</i> Coste et Soulié*	<i>Trifolium aureum</i> Pollich.*
<i>Epilobium obscurum</i> Schreber*	<i>Ornithogalum pyrenaicum</i> L.*	<i>Viola bubanii</i> Timb.-Lagr.
<i>Euphorbia dulcis</i> L. subsp. <i>dulcis</i> *	<i>Potentilla rupestris</i> L.*	<i>Viola canina</i> L. subsp. <i>canina</i> *
<i>Galeopsis segetum</i> Neck.		<i>Vinca minor</i> L.*

- Tàxons considerats molt rars al territori català (segons Bolòs *et al.* 2005)

<i>Aegilops ventricosa</i> Tausch*	<i>Chenopodium chenopodioides</i> (L.) Aellen*	<i>Leersia oryzoides</i> (L.) Sw.*
<i>Apera interrupta</i> (L.) P. Beauv.*	<i>Corynephorus canescens</i> (L.) P. Beauv.*	<i>Ornithopus perpusillus</i> L.*
<i>Carex alba</i> Scop.*	<i>Dictamnus albus</i> L.*	<i>Phelipanche purpurea</i> Soják*
<i>Carex depauperata</i> Curtis ex With.*	<i>Lepidium ruderales</i> L.*	<i>Prunus lusitanica</i> L.
<i>Carex praecox</i> Schreb.*		<i>Trifolium diffusum</i> Ehrh.*
		<i>Trifolium micranthum</i> Viv.*

• Tàxons que són rars o molt rars a l'àrea estudiada i entorns, alguns endèmics o subendèmics, i que per tant tenen interès local

<i>Allium pyrenicum</i> Costa & Vayr.*	<i>Juncus tenageia</i> L. f. subsp. <i>tenageia</i> *	<i>Opopanax chironium</i> (L.) Koch
<i>Aphanes australis</i> Ridb.*		<i>Petroselinum segetum</i> (L.) Koch
<i>Asphodelus cerasiferus</i> J. Gay*	<i>Knautia dipsacifolia</i> Kreutzer	<i>Peucedanum officinale</i> L. subsp. <i>officinale</i> *
<i>Aster linoisyris</i> (L.) Bernh.*	subsp. <i>catalaunica</i> (Sennen ex Szabó) O. Bolòs, Vigo, Masalles et Ninot	<i>Phleum paniculatum</i> Huds.*
<i>Cardamine amara</i> L. subsp. <i>olotensis</i> O. Bolòs		<i>Plantago major</i> L. subsp. <i>intermedia</i> (Gilib.) Lange*
<i>Carex liparocarpos</i> Gaud.*	<i>Lathyrus nissolia</i> L.*	<i>Potentilla recta</i> L.*
<i>Cheilanthes tinai</i> Tod.*	<i>Lysimachia vulgaris</i> L.*	
<i>Cheilanthes acrostica</i> (Balb.) Tod.*		
<i>Chenopodium glaucum</i> L.*	<i>Melampyrum nemorosum</i> L.	<i>Ramonda myconi</i> (L.) Rchb.
<i>Convolvulus althaeoides</i> L.*	subsp. <i>catalaunicum</i> (Freyn) P. Beauv.	<i>Ranunculus gramineus</i> L.*
<i>Coronilla minima</i> L. subsp. <i>lotoides</i> (Koch) Nyman*	<i>Myosotis scorpioides</i> L. subsp. <i>tuxeniana</i> (O. Bolòs et Vigo) O. Bolòs, Nuet et Panareda*	<i>Ranunculus sceleratus</i> L.*
<i>Crepis nicaeensis</i> Balb. in Pers.		<i>Saxifraga genesiana</i> P. Vargas*
<i>Fumaria densiflora</i> DC.		<i>Saxifraga vayredana</i> Luizet
<i>Glaucium corniculatum</i> (L.) J.H. Rudolph*	<i>Notholaena marantae</i> (L.) Desv. subsp. <i>marantae</i>	<i>Sedum rubens</i> L.*
	<i>Myosotis discolor</i> Pers.	<i>Seseli tortuosum</i> L.*
		<i>Valeriana tuberosa</i> L.*
		<i>Viola willkommii</i> R. Roem.*

• Tàxons al·lòctons rars a Catalunya

<i>Amaranthus blitum</i> L. subsp. <i>emarginatus</i> (Moq. ex Uline & Bray) Carretero, Muñoz Garm. & Pedrol*	<i>Eragrostis mexicana</i> (Hornem.) Link subsp. <i>virescens</i> (J. Presl) S.D. Koch et Sánchez Vega*	<i>Opuntia humifusa</i> (Raf.) Raf.*
<i>Chenopodium pumilio</i> R. Br.*	<i>Gnaphalium subfalcatum</i> Cabrera*	<i>Panicum capillare</i> L.*
<i>Coriandrum sativum</i> L.*		<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.*
<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.*	<i>Hibiscus trionum</i> L.*	<i>Polygonum orientale</i> L.*
	<i>Oenothera rosea</i> L'Hér. ex Aiton*	<i>Rumex palustris</i> Sm.*
		<i>Senecio pterophorus</i> DC.*
		<i>Veronica peregrina</i> L.*

Conclusions

La nostra aportació, que recull la majoria de les plantes que creixen de forma espontània al territori estudiat, és l'única específica pel territori i modernitza les poques dades de les que fins ara disposàvem. D'altra banda, hem construït un herbari de referència pel territori que es podrà consultar a l'herbari BCN, al Centre de Documentació de Biodiversitat Vegetal de la Universitat de Barcelona (CeDocBiV).

Bibliografia

- BOLÓS, A. & BOLÓS, O. 1987. *Plantes vasculares del quadrat Santa Pau, 31T DG66*. Institut d'Estudis Catalans, Barcelona.
- BOLÓS, O., VIGO, J., MASALLES, R. M. & NINOT, J.M. 2005. *Flora manual dels Països Catalans*. 3a edició. Pòrtic, Barcelona.
- BOLÓS, O. & VIGO, J. 1984-2001. *Flora dels Països Catalans*. Barcino, Fundació Jaume I, Barcelona.
- DE CÁCERES, M., FONT, X., GARCÍA, R. & OLIVA, F. 2003. VEGANA, un paquete de programas para la gestión y análisis de datos ecológicos. VII Congreso Nacional de la Asociación Española de Ecología Terrestre. Barcelona, Julio 2003. pp 1484-1497.
- CASTROVIEJO et al. (eds.) 1986-2009. *Flora ibérica: plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*. CSIC, Madrid.
- FONT, X. 2009. *Mòdul Flora i Vegetació. Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya*. (Data de consulta: 15-VII-2009). Generalitat de Catalunya i Universitat de Barcelona. <http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html>.
- KERGUELEN, M. & PLONKA, F. 1989. Les Festuca de la flore de France (Corse comprise). *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest n.s.* 10: 1-368.
- MAJURE, L.C. & ERVIN, G.N. 2007. The Opuntias of Mississippi. *Haseltonia* 14: 111-126.
- MERCADÉ, A.; PÉREZ-HAASE, A.; Batriu, E. & BLANCO, J.M. 2005. Aportació al coneixement florístic de les Guilleries i del Collsacabra (Catalunya oriental). *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.* 73: 91-93.
- PÉREZ-HAASE, A.; Batriu, E. & MERCADÉ, A. 2008. Aportació al coneixement florístic de les Guilleries i del Collsacabra (Catalunya oriental), II. *Acta Bot. Barcin.* 51: 49-58
- R PROJECT CORE TEAM. 2010. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- VAYREDA, E. 1879. Plantas notables por su utilidad o rareza que crecen espontáneamente en Cataluña, ó sea apuntes para la flora catalana. *Anales Soc. Esp. Hist. Nat.* 8: 345-462.
- VAYREDA, E. 1902. Plantas de Cataluña. *Anales Soc. Esp. Hist. Nat.* 30: 491-582
- VERLOOVE, F. & SÁNCHEZ GULLÓN, E. 2008. New records of interesting xenophytes in the Iberian Peninsula. *Acta Bot. Malac.* 33: 147-167.
- VILAR, L.; JUANOLA, M.; FONT, J. & POLO, L. 2001. *Plantes vasculares del quadrat UTM 31T DG84, Girona*. Institut d'Estudis Catalans, Barcelona.
- VILLEGAS, N. 2002. *Plantes vasculares del quadrat UTM 31T DG46 i zones contigües, Vidrà*. Institut d'Estudis Catalans, Barcelona.

Les carnets de terrain de Christian Maugé (1947-2007): l'apport à la connaissance de la flore d'Ariège d'un botaniste exceptionnel

Cécile Brousseau^{1*}, Alain Bertrand¹, Gilles Corriol²,
Elodie Hamdi ² & Gérard Largier²

.....

ABSTRACT

Christian Maugé's field note-books (1947-2007) : the contribution of an exceptional botanist to Ariège flora's knowledge

The botanist Christian Maugé, from Ariège, led a significant work of vascular flora catalogue of Ariège (France). He recorded meticulously in note-books his information collected essentially in Ariège, for twenty years. The recovered note-books were entrusted by his family to the Association des Naturalistes de l'Ariège (ANA). They contain approximately 15,000 floral lists. In order to promote this work, the ANA solicited the Conservatoire Botanique National des Pyrénées et de Midi-Pyrénées (CBNPMP) technical support to help them to analyse and estimate the importance of the botanist contribution to Ariège flora knowledge (new species for the department of Ariège, new locations for rare and protected species).

Key words: plant inventory, vascular plants, rare and protected plants, Ariège

RÉSUMÉ

Le botaniste ariégeois Christian Maugé a mené un travail considérable d'inventaire de la flore vasculaire d'Ariège (France). Il a soigneusement consigné dans des carnets toutes les données qu'il a pu récolter. Ils font référence à une vingtaine d'années d'herborisation essentiellement en Ariège. Les cahiers retrouvés et confiés par la famille à l'Association des Naturalistes de l'Ariège [ANA], correspondent à environ 15.000 relevés floristiques. Afin de valoriser et rendre accessible ce jeu de données particulièrement important dans les meilleures conditions, l'ANA a sollicité l'appui technique du Conservatoire Botanique National des Pyrénées et de Midi-Pyrénées (CBNPMP) pour analyser et évaluer la contribution du botaniste à la connaissance de la flore d'Ariège (espèces nouvelles pour le département et apport chorologique pour les espèces rares et patrimoniales en particulier).

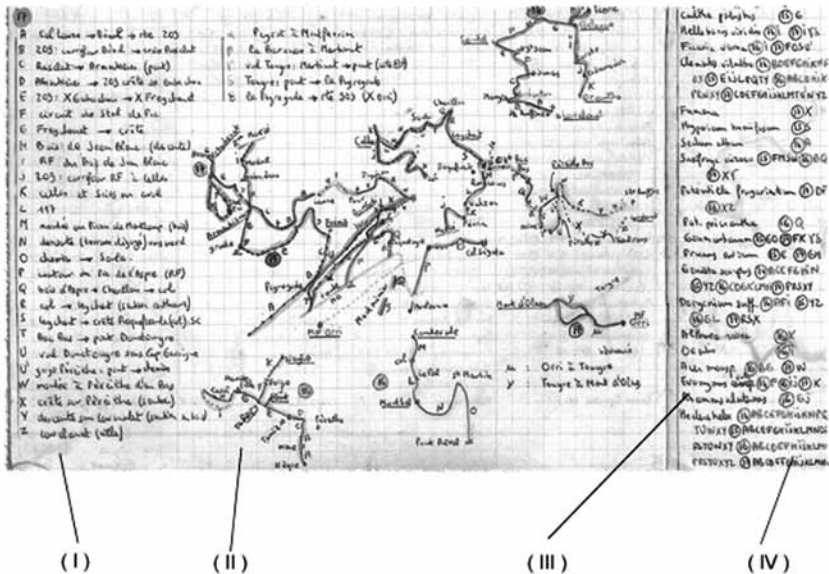
Mots clés : inventaire floristique, plantes vasculaires, plantes rares et protégées, Ariège

1. Association des Naturalistes de l'Ariège. Vidallac, F-09240 Alzen

2. CBN des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. Vallon de Salut. BP 315, F-65203 Bagnères-de-Bigorre Cedex
*cecile.b@ariegenature.fr

Christian Maugé, un botaniste ariégeois

Ingénieur chimiste (diplômé de l'école nationale supérieure des industries chimiques de Nancy) né en 1947 et décédé en 2007, il dédie une grande partie de sa vie, à partir des années 80, à la botanique, en particulier en Ariège. Il commence des études de pharmacie et envisage une thèse sur la flore des Monts d'Olmes (est du département de l'Ariège). Il arrête en sixième année et consacre sa vie, menée alors de façon marginale, à l'herborisation (Largier & Bertrand, 2010). Sa contribution à la botanique ariégeoise est importante : il est l'auteur de la moitié des observations de plantes nouvelles pour le département mentionnées dans les suppléments du Catalogue de la flore vasculaire de l'Ariège de Lucien Guerby (édité en 2001). Il localise ainsi la Scheuzérie des marais (*Scheuzeria palustris* L.), en 1989, plante estimée douteuse dans les Pyrénées et confirmée ensuite par Guerby. Il a participé aux travaux de l'Association des Naturalistes de l'Ariège en particulier en réalisant une étude sur la Réserve naturelle d'Embeyre, dans la montagne de la Frau près de Montségur. Il contribuera aussi à d'autres travaux majeurs comme l'inventaire des tourbières de Midi-Pyrénées (1995) ou des inventaires pour la réactualisation des ZNIEFF en Midi-Pyrénées (2005 à 2007).



Une documentation importante et particulièrement bien structurée

Il laisse les notes manuscrites de ses herborisations consignées dans des cahiers d'inventaires, datés de 1988 à 2007. Huit de ces cahiers ont été retrouvés sur la vingtaine *a priori* existante, ce qui correspondrait à 15 000 relevés floristiques. Par cahier, sont consignés : une liste codifiée des tronçons parcourus, un croquis de chaque itinéraire basé sur une carte au 1/25 000ème et la liste des *taxa* observés avec pour chacune les numéros de tronçons d'observation (fig.1).

Cette documentation comprend aussi un important herbier, des cahiers-herbier de « monstres » botaniques (fig. 2), des notes et échanges avec des botanistes locaux et nationaux, une synthèse cartographique de ses excursions, des cahiers de croquis botaniques... Sa flore de référence pour tous ces travaux était la *Flore de Fournier (1947)*.

Tous les documents retrouvés ont été remis par la famille de C.Maugé à l'ANA qui, devant l'importance (qualitative et quantitative) des documents, a sollicité l'appui technique du CBNPMP pour réaliser la saisie des données et leur analyse. Ces documents, y compris l'herbier, sont conservés et consultables au siège de l'association à Alzen (09).

Méthodologie de saisie numérique et mise à disposition des données

Des modules de saisie informatique permettant une numérisation simple des données ont été élaborés par le CBNPMP, le but de la méthode proposée étant de permettre d'évaluer rapidement les apports de Christian Maugé à la connaissance de la flore de l'Ariège (apports taxonomiques et chorologiques). Un important travail de saisie est en cours, réalisé par les bénévoles et les salariés de l'A.N.A.

Le travail s'effectue selon les étapes suivantes :

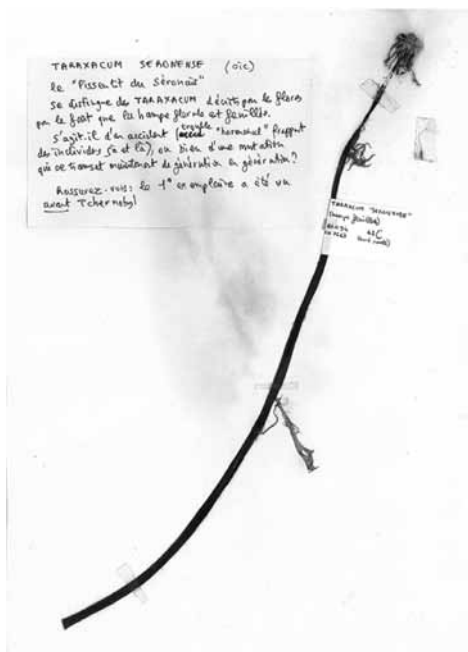


FIGURE 2 : Part de l'herbier de "monstres" de C. Maugé : "*Taraxacum seronense* (C.M), le "Pisselit du Seronais" se distingue des autres taraxacum (...) par le fait que la hampe florale est feuillée".

1. Évaluation de la liste d'espèces pour identifier les apports les plus significatifs à la connaissance de la flore d'Ariège (espèces nouvelles ; apports chorologiques) : le CBNPMP prépare une liste nomenclaturale complète (noms retenus + synonymes) dans laquelle les taxons déjà signalés en Ariège sont pointés. La liste permet cependant de visualiser ce qui a déjà été signalé en Ariège quelque soit la nomenclature utilisée. Elle permettra de traiter les données même si C.Maugé a utilisé d'un cahier à l'autre, différents noms pour le même taxon. L'ANA pointe dans la liste tous les taxons cités par Maugé en notant le nombre de stations indiqué tant que le total du nombre est inférieur à 10. Le pointage se fait par cahier de manière à revenir facilement au cahier, dans l'attente du dépouillement complet, lorsqu'on recherchera des données sur un taxon. Le CBNPMP analyse le résultat afin de valider les apports qui seront retenus.
2. Traitement des localisations : l'ensemble des localisations des cahiers de Christian Maugé est numérisé ; une partie a déjà été traitée pour la réactualisation des ZNIEFF (Zone Naturelle d'Interet ecologique floristique et faunistique) de Midi-Pyrénées.
3. Traitement des données : il s'agit de renseigner les localisations pour les apports retenus

À partir de là toutes les informations sont disponibles pour éditer le catalogue des apports de Christian Maugé à la flore d'Ariège. Le dépouillement complet des données concernant les espèces "autres" (ni rare, ni nouvelle) se fera selon la même méthodologie. Un catalogue complet des données de Christian Maugé est alors disponible. Les apports à d'autres territoires peuvent alors être analysés. Les résultats de ces travaux feront l'objet de publications.

Remerciements

Nous les adressons à la famille de Christian Maugé, pour nous avoir confié les herbiers et les cahiers, et aux bénévoles de l'A.N.A, pour leur travail de saisie.

Bibliographie

- GUERBY, L. 1991. *Catalogue des plantes vasculaires d'Ariège*. Inventaires floristiques et faunistiques d'Ariège n° 4. Association des naturalistes de l'Ariège, Clermont, 246 p.
- GUERBY, L. 2000. Suppléments au Catalogue des plantes vasculaires d'Ariège. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest, nouvelle série*, 31 : 171-200.
- FORNIER P. 1947. *Les quatre flores de France*, Corse comprise (générale, alpine, méditerranéenne, littorale). Lechevalier, Paris, 1103 p.
- LARGIER G. et BERTRAND A. 2010. Christian Maugé, in : LARGIER, G. (coordination scientifique) & SAULE-SORBÉ H. (coordination éditoriale). Les botanistes de la Flore pyrénéenne. *Les feuilles du Pin à crochets* 9 : 188-189.

Aportacions al coneixement de la flora d'Andorra

Empar Carrillo^{1*}, Arnau Mercadé¹, Albert Ferré¹,
Jordi Carreras¹ & Josep M. Ninot¹

.....

ABSTRACT

New records for the vascular flora of Andorra

A few years ago, we elaborated a check-list of the flora of vascular plants of Andorra. After gathering the bibliographic data, we explored the sites and habitats less studied by the preceding botanists. The resulting list included some 140 taxa new for the area, and others which had been only recorded with low precision. Most of our data may be consulted in the data base SIBA, but nevertheless we give in this paper the most interesting records in a formal way.

Among the species newly added, some had been neglected in spite of occurring abundantly in the area (such as *Lolium rigidum* or *Crocus nudiflorus*); others are Mediterranean or submediterranean plants, secluded in the southernmost part of the area; others are included in complex taxonomic genera (*Hieracium*, *Festuca*, *Alchemilla*); and others are very rare plants (*Salix hastata*, *Epilobium alpestre*, *Ranunculus gramineus*, *Ophrys insectifera*, *Listera cordata*).

These results suggest that the vascular flora of Andorra is not yet well known, since new findings are still frequent. Thus, the check-list and the red list should be periodically updated.

Key words: Pyrenees, vascular plants, check-list, red list

RESUM

Fa pocs anys, varem confeir una check-list de la flora de plantes vasculars d'Andorra, com a pas previ per a l'elaboració d'una llista vermella de la flora. Com a resultat, varem incorporar uns 140 tàxons nous per a la flora andorrana, i confirmàvem algunes citacions poc documentades. Tot i que la majoria dels nous tàxons consten a la base de dades SIBA, considerem interessant publicar-los formalment.

De les espècies afegides a la llista de la flora d'Andorra algunes són plantes corrents que havien passat desapercibudes (com *Lolium rigidum* o *Crocus nudiflorus*); una bona proporció són espècies mediterrànies o submediterrànies localitzades només al sector més meridional del país; algunes pertanyen a grups taxonòmics complicats (*Hieracium*, *Festuca*, *Alchemilla*...); i un cert nombre són espècies rares, d'aquelles que només la casualitat posa en evidència (*Salix hastata*, *Epilobium alpestre*, *Ranunculus gramineus*, *Ophrys insectifera*, *Listera cordata*...).

1. Grup de Geobotànica i Cartografia de la Vegetació (GEOVEG), Departament de Biologia Vegetal, Universitat de Barcelona. Av. Diagonal 645, E-08028 Barcelona
*mcarrillo@ub.edu

Aquests resultats, i els obtinguts en treballs posteriors a la realització de la llista vermella, fan preveure que la llista de la flora vascular andorrana encara pot continuar creixent, i que cal actualitzar els continguts de la flora i de la llista vermella amb periodicitat.

Mots clau: Pirineus, plantes vasculares, llista vermella

Introducció

La flora d'Andorra ha atret des de fa temps l'atenció dels botànics. Els primers en fer una recopilació intensa de dades van ser Cousturier & Gandoger (1913), després Losa & Montserrat (1951), més tard Bouchard (1989)... Cal afegir també els que, sense voler fer un compendi, han aportat nombroses dades sobre la flora andorrana: des de Marcaillhou d'Aymerich (1898), Barnola (1919), Marcet (1946)..., fins a Montserrat & Benito (2000), Salvat (2003), Lazare *et al.* (2004), etc. També devem dades als monògrafs de *Flora iberica* (Castroviejo *et al.* 1986-2010), als fitosociòlegs que han estudiat la vegetació andorrana i als amants de les plantes que, com Ann Matschke o Sergi Riba, han buscat i recollit pacientment informació durant molt de temps.

L'Institut d'Estudis Andorrans ens va encarregar la realització d'una *check-list* i llista vermella de la flora d'Andorra l'any 2003, amb la intenció que recopiléssim el coneixement de la flora vascular i que en féssim una valoració. Amb aquest motiu varem fer una nova prospecció del territori, amb l'ajuda de diversos col·laboradors (especialment Andreu Salvat i Silvia March). També varem revisar les citacions bibliogràfiques existents, per tal de dreçar la llista completa i confirmada de les plantes vasculares de la flora d'Andorra, i d'avaluar la seva abundància. Fruit d'aquest treball, classificarem la flora d'Andorra en categories de protecció, seguint els criteris de la IUCN (2003). Llista vermella i *check-list* aparegueren publicades conjuntament com una monografia (Carrillo *et al.* 2007)

Des de la finalització de l'obra esmentada, altres treballs han afegit novetats florístiques. Membres d'aquest equip van estudiar la flora del Parc Natural Comunal de les Valls del Comapedrosa, i altres grups han dut a terme estudis com la inventariació de les molleres o de les congesteres, afegint noves espècies i noves localitats que modifiquen la *check-list* andorrana. La majoria d'aquestes dades de flora s'han anat recopilant a la base de dades SIBA (<http://www.siba.ad/andorra/homepage.html>).

En aquest treball, dins de l'objectiu genèric d'ampliar el coneixement de la flora d'Andorra, volem donar a conèixer els tàxons nous per aquesta flora, trobats per nosaltres (incloses les novetats del Parc del Comapedrosa) o procedents d'algunes citacions que havien passat desapercebudes.

Metodologia

Per a fer la *check-list*, a més de recollir i revisar les citacions bibliogràfiques existents, varem fer una prospecció general del territori andorrà, concentrant els esforços en aquelles àrees i ambients considerats com a poc mostrejats (zones baixes de caràcter mediterrani, àrees cultivades...). També varem procurar detectar aquella flora que per qüestions fenològiques sol passar desapercebuda en les exploracions més habituals.

Com a resultat, disposem d'uns 750 plecs dipositats a l'herbari BCN del Centre de Documentació de Biodiversitat Vegetal de la Universitat de Barcelona. Tot i això, algunes de les citacions no corresponen a cap mostra d'herbari, perquè es tracta que tàxons poc conflictius i han estat identificats directament al camp. Pel que fa a la nomenclatura, hem seguit majoritàriament la utilitzada per Bolòs *et al.* (1993), fora d'alguns gèneres en els que hem seguit propostes més analítiques.

Les noves citacions es van tractar, conjuntament amb les dades bibliogràfiques, amb el mòdul 'Fagus' del programari VEGANA per a l'estudi de la vegetació (Font 2005), i posteriorment es van introduir a la base de dades SIBA (Font *et al.* 2006). Hem reduït la informació de les citacions de cada tàxon únicament a la localitat i l'altitud (la georeferenciació, les dades ecològiques, la data de recol·lecció i els recol·lectors figuren als registres de la base de dades). Indiquem la procedència bibliogràfica de les citacions només en els casos en que la localització i identificació no ens corresponen directament.

Resultats

La *check-list* incorpora més d'un centenar de tàxons nous per a la flora d'Andorra, i també confirma una cinquantena de tàxons que altres autors havien citat amb dubtes. L'exploració del Parc Natural Comunal de les Valls del Comapedrosa ha donat 18 tàxons no citats amb anterioritat d'Andorra, que cal afegir a la *check-list* (Carrillo *et al.* 2007).

Agrupem les novetats en 5 blocs corresponents a:

Tàxons rars als Pirineus o a Andorra

Artemisia umbelliformis Lam. ssp. *umbelliformis* – Vall de Ransol, estany de Meners, 2.450 m.

Asphodelus albus Mill. ssp. *villarsii* (Billot) I.B.K. Richardson & Smythies – Roc del Quer, 1.600 m; solell del Pas de la Casa, 2.220 m.

Carex ornithopoda Willd. ssp. *ornithopodioides* (Hausm.) Nyman – Alt de la Capa, 2.436 m; serra de l'Ensegur, 2.320 m.

Centaurea montana L. ssp. *montana* – Vora els estanys d'Ensangents, 2.600 m; Sorteny (Zamora & Escutia 1993); Cortals d'Encamp (Ann Matschke, com. pers.).

Convallaria majalis L. – Segudet, 1.370 m; Erts, camí de Palomer, 1.460 m.

- Epilobium alpestre* (Jacq.) Krock. – Alt de la Capa, 2.060 m.
- Galium rotundifolium* L. – Obaga de Pal, canal dels Agrels, 1.619 m; obaga de Ribafeta, 1.950 m.
- Galium uliginosum* L. – El Serrat, 1.540 m; Riu Montaner, 1.735 m; Cortals de Sispony, 1.540 m; vall d'Incles, 1.780 m.
- Genista anglica* L. – Vall de Sant Josep, a la Solana d'Andorra, 1.900 m.
- Goodyera repens* (L.) R.Br. – Obaga d'Enclar, 1.350 m.
- Listera cordata* (L.) R.Br. – Sota la Collada de l'Ensegur, 1.800 m.
- Oxytropis campestris* (L.) DC. ssp. *azurea* Carrillo et Ninot – Serra de l'Ensegur, sota el Casamanya, 2.300 m.
- Pedicularis comosa* L. – Vora Prat Primer, 2.200 m; vall de Sorteny, vall d'Incles (Nègre et al. 1982).
- Poa nemoralis* L. ssp. *glauca* (Rouy) Gaud. – Borda de les Agunes, Arinsal, 1.749 m; solana d'Andorra, Pas de la Casa, 2.310 m (Braun-Blanquet 1948).
- Polygala alpina* (DC.) Steudel – Pic Alt de la Capa, 2.231 m; coll d'Arenes (Gruber 1978).
- Ranunculus alpestris* L. – Sota el Pic del Maià, 2.440 m.
- Ranunculus auricomus* L. ssp. *carlittensis* (Sennen) Molero, J. Pujades & Romo – Mereig, sobre Canillo, 1.900 m.
- Ranunculus pyrenaicus* L. ssp. *angustifolius* (DC.) Rouy et Fouc. – Sota el coll de Siguer, 2.330 m; Pas de la Casa, 2.040 m.
- Salix hastata* L. – Pas de la Casa, 2.040 m; font d'Ortafà a la vall de Sant Josep, 2.310 m; barranc del Bullidor, sota el pic del Maià, 2.400 m. Hi ha una antiga citació de Barnola del Fener d'Andorra la Vella (Losa & Montserrat 1951) que no s'ha pogut comprovar, però actualment aquest possible hàbitat hauria desaparegut sota el dens nucli urbà.
- Taraxacum alpinum* (Hoppe) Hegetschw. – Port d'Envalira, 2.420 m; vessant NE del Casamanya, 2.350-2.650 m.
- Vaccinium uliginosum* L. ssp. *uliginosum* – Pas de la Casa, 2.040 m.

Tàxons lligats a ambients més o menys mediterranis

- Althaea hirsuta* L. – Sant Julià (herbari fotogràfic Bouchard).
- Anthyllis vulneraria* L. ssp. *sampaioana* (Rothm.) Vasc. – Les Pardines del Mas d'Alins, 1.466 m; Coll de Jou, 1.138 m; sobre Canillo, 1.730-1.940 m (Gruber 1980).
- Argyrolobium zanonii* (Turra) P.W. Ball – Solà d'Arcavell, 1.166 m.
- Astragalus monspessulanus* L. subsp. *chlorocyaneus* (Boiss. et Reut.) O. Bolòs, Vigo, Masalles et Ninot – Solell de Segudet, 1.400 m.
- Avenula pratensis* (L.) Dumort. ssp. *iberica* (St. Yves) O. Bolòs & Vigo – Sant Miquel de Fontaneda, 1.329 m.

- Carduncellus monspelliensium* All. – Entre Certés i el collet de Costasseda, 1.450 m.
- Cephalanthera rubra* (L.) L.C.M. Richard – Camí d'Arinsal al coll de les Cases, 1.850 m; Enclar, 1.750 m (Ann Matschke), canal Pregona, 1.840 m; cap a les bordes de Percanela, 1.600 m.
- Cerastium semidecandrum* L. – Cap a Fontaneda, 986 m.
- Cynosurus echinatus* L. – La Muxella, sobre Sant Julià., 1.264 m; part baixa del Pui d'Olivesa, 900 m.
- Filago pyramidata* L. ssp. *pyramidata* – Solà d'Arcavell, 1.166 m.
- Genista hispanica* L. – Entre Certés i el collet de Costasseda, 1.450 m.
- Knautia dipsacifolia* Kreutzer ssp. *catalaunica* (Senn. ex Szabó) O. Bolòs, Vigo, Masalles & Ninot – Sota Juberrí, 1.125 m; Creu de Noral (Ordino), 1.460 m.
- Leontodon taraxacoides* (Vill.) Mérat ssp. *hispidus* (Roth) Kerguelen – Solà d'Arcavell, 1.166 m.
- Linaria arvensis* (L.) Desf. ssp. *arvensis* – Sant Julià, cap a Fontaneda, 986 m; sota Juberrí, 1.160 m.
- Medicago orbicularis* (L.) Barta. – La Muxella, sobre Sant Julià, 1.264 m.
- Medicago rigidula* (L.) All. – Sant Julià, cap a Fontaneda, 986 m; coll de Jou, 1.138 m.
- Micropyrum tenellum* (L.) Link – Vall de Civís, 1.250 m; Sant Julià, cap a Fontaneda, 986 m.
- Myosotis stricta* Link ex Roem. & Schultes – Les Pardines, entre Fontaneda i el Mas d'Alins, 1.466 m.
- Odontites lutea* (L.) Clairville – Entre Certés i el collet de Costasseda, 1.450 m.
- Ophrys insectifera* L. – Solell de Segudet, 1.410 m.
- Orchis coriophora* L. ssp. *fragrans* (Pollini) Sudre – Creu de Noral a Ordino, 1.455 m.
- Poa bulbosa* L. – Sant Miquel de Fontaneda, 1.329 m; Segudet, 1.328 m; Creu de Noral, Ordino, 1.455 m.
- Ranunculus gramineus* L. – Solell de Segudet, 1.400 m.
- Rhamnus saxatilis* Jacq. – Coll de Jou, 1.137 m.
- Rosa sicula* Tratt. – La Muxella, sobre Sant Julià, 1.264 m; sota Juberrí, 1.160 m; ermita de Sant Cerni, 1.150 m.
- Scleranthus annuus* L. ssp. *polycarpus* (L.) Bonnier & Layens – Barranc de Rialb, Sorteny, 1.740 m; sobre Aixirivall, 1.320 m; Fontaneda, 986 m.
- Taraxacum laevigatum* (Willd.) DC. – Fontaneda, 986 m.
- Thymus serpyllum* L. ssp. *caroli* Sennen & Ronniger – Part baixa del Pui d'Olivesa a Sant Julià, 915 m; entre la Valirana i Bixessarri, 1.250 m.
- Thymus vulgaris* L. ssp. *palaearensis* O. Bolòs & Vigo – Segudet, 1.410 m; Aixàs, 1.530 m.
- Tragopogon dubius* Scop. – La Cortinada, 1.440 m;

Trifolium hirtum All. – Fontaneda, 986 m.

Trifolium retusum L. – Fontaneda, 986 m.

Tàxons lligats a ambients diversos, alguns rars, altres abundants però desaparebuts o oblidats en els treballs de flora

Acer opalus Mill. – Ermita d'Aixàs, 1.530 m.

Avenula pubescens (Huds.) Dumort – Vall d'Incles, 1.800 m, solell del Casamanya, 2.330 m.

Ballota nigra L. ssp. *foetida* (Vis.) Hayek – La Muxella, sobre Sant Julià, 1.264 m.

Cephalanthera longifolia (L.) Fritsch – Creu de Noral, a Ordino, 1.455 m; Segudet, 1.410 m; les Pardines del Mas d'Alins, 1.375 m; Erts, 1.350 m; sobre Bixesarri, 1.170m.

Cichorium intybus L. – Arinsal, 1.580 m.

Corydalis solida (L.) Clairville ssp. *solida* – Val d'Incles, cap al pont de la Baladosa, 1.850 m.

Crepis nicaeensis Balb. – Sispony, 1.305 m.

Crocus nudiflorus Sm. – Sant Julià, 900 m; vall d'Incles 1.740-1.825 m.

Cuscuta approximata Babington – Del coll d'Ordino al Casamanya, 2.345 m.

Echinops sphaerocephalus L. – Santa Coloma, 1.000 m; Sant Cerní, Axirivall, 1.150 m.

Galium pumilum Murray ssp. *marchandii* (Roem. & Schultes) O. Bolòs & Vigo – Port d'Envalira, 2.420 m.

Gentiana terglouensis Hacq. ssp. *schleicheri* (Vacc.) Tutin – La Solana d'Andorra a la vall de Sant Josep, 2.335 m.

Koeleria macrantha (Ledeb.) Schultes – Soteny, vall de Rialb, 1.904 m; coll de la Botella, 2.080 m; els Cortals de Sispony, 1.546 m; Llorers de Naudi, 2.230 m; vall d'Incles, 1.830 m.

Lolium multiflorum Lam. – Sispony, 1.305 m.

Marrubium vulgare L. – Carretera a Fontaneda, 986 m.

Orchis fuchsii Druce – Sobre el Mas de Ribafeta, 1.540 m.

Orchis maculata L. ssp. *caramulensis* Vermeulen – Cortals de Sispony, 1.540 m.

Orobanche variegata Wallr. – Canillo, al roc del Quer, 1.607 m.

Phragmites australis (Cav.) Steudel – Sant Julià, cap al pui d'Olivesa, 900 m.

Poa annua L. ssp. *annua* - Solà d'Arcavell, 1.166 m; Fontaneda, 1.300 m; Aixirivall, 1.320 m; Ordino, 1.380 m.

Polygonum aviculare L. ssp. *microspermum* (Jord. ex Boreau) Berher – Les Saleres de l'Estanyó, Sorteny, 2.250 m.

Polystichum x illyricum (Borbás) Hahne – Obaga de Coma Pedrosa, canal de l'Óssa, 1.770 m.

- Rosa acharii* Bilb. – Vall de Civís, prop del refugi Francolí, 1.800 m.
- Rosa coriifolia* Fries ssp. *coriifolia* – La Cortinada, 1.450 m.
- Salix fragilis* L. – Arinsal, 1.560 m; camí a les Bordes de Percanela, 1.650 m; Segudet, 1.328 m.
- Silene vulgaris* (Moench) Garcke ssp. *commutata* (Guss.) Hayek – Cap al Pla de Siscaró, 2.168 m.
- Taraxacum officinale* Weber - Obaga de Pal, 1.540 m; Els Cortals de Sispony, 1.546 m; entre Erts i Arinsal, 1.390 m; torrent de Llumeneres, 1.057 m; Ordino, creu de Noral, 1.460 m; collet de Palomera, 1.720 m.
- Trifolium montanum* L. – Obaga de Pal, els Bedres, 1.542 m; Arinsal, 1.579 m; Cortals de Sispony, 1.546 m; sobre La Cortinada, 1.440 m; Ordino, creu de Noral, 1.460 m.
- Veronica urticifolia* Jacq. – Sobre el coll de les Cases, 1.980 m; Bordes d'Ensegur (Ann Matschke).

Taxons de grups complexos

- Alchemilla acutiformis* Fröhner – Vall de Sant Josep, sota el port Dret, 2.400 m.
- Alchemilla hoppeaniformis* Fröhner – Vall de Montaup, vessant NE del Casamanya, 2.350 m.
- Alchemilla ichnocarpa* Fröhner – Pas de la Casa, sota el pont, 2.040 m.
- Alchemilla paupercula* Fröhner – Canal dels Agrels, 1.880 m; sobre els Cortals de Sispony, 1.673 m; coll de la Botella, 2.080 m.
- Alchemilla tenerifolia* Fröhner – Vall d'Incles, pont del Llarg, 1.830 m.
- Dianthus multiceps* Costa ex Willk. ssp. *praepyrenaicus* Bernal – Solà d'Arcavell, 1.160 m; canal Pregona, Arinsal, 1.565 m; Aixovall (Bernal 1999, sub *D. pungens* L. ssp. *multiceps* (Costa in Willk.) Bolòs et Vigo); pujant a l'ermita a Sant Julià de Lòria (Losa & Montserrat 1951, sub *D. pungens* ssp. *multiceps*).
- Festuca rubra* L. ssp. *juncea* (Hackel) K. Richter – Vessant est de l'Alt de la Capa, 2.380 m; a l'oest del Pic de Maià, 2.486 m.
- Festuca rubra* L. ssp. *rivularis* (Boiss.) O. Bolòs, Masalles & Vigo – Sota l'Estanyó, a Sorteny, 2.390 m; riu de les Cebes, 2.050 m; circ de Siscaró, 2.168 m.
- Hieracium anchusoides* Arv.-Touv. – Solà d'Arcavell, sota Juberri, 1.150 m.
- Hieracium aymericianum* Arv.-Touv. – Solell del Pas de la Casa, 2.200 m.
- Hieracium billyanum* De Retz – Alt de la Capa, 2.441 m.
- Hieracium hypaurium* Peter – Costa de les Eroles, al pic Alt de la Capa, 2.190 m; solell de la vall de Sant Josep, 2.300 m; Pas de la Casa, 2.040 m.
- Hieracium laevigatum* Willd. – Partida de l'any de la Part, a Ordino, 1.260 m.
- Hieracium mixtum* Froel. in DC. – Coll de la Botella, 2.080 m.

- Hieracium olivaceum* Gr. & Godr. – Riu de Solanyó, als Cortals d'Anyós, 1.530 m.
Hieracium pallidiflorum Jord. ex Asch. – Solell de la pleta Cebollera, 2.350 m; cap a l'Estanyó, 2.170 m.
Hieracium prenanthoides Vill. – Sorteny, camí de l'Estanyó, 2.090 m.
Hieracium ramosissimum Schleich. ex Hegetschw. – Sorteny, 2.350 m; el Serrat, 2.220 m, i cresta de Juclar, 2.100 m (Nègre et al. 1982).
Hieracium schmidtii Tausch – Coll de Jou, 1.138 m; carretera a Fontaneda, 1.100 m.
Hieracium solidagineum Fries – Sota Juberrí, cap al solà d'Arcavell, 1.125 m; riu Tristaina, més amunt del Serrat, 1.560 m.
Leucanthemum vulgare Lam. ssp. *barrelieri* (Dufour & DC.) O. Bolòs & Vigo – Sobre el Mas de Ribafeta, 1.533-2.220 m; solell del Pas de la Casa, cap al barranc del Bullidor, 2.200 m.
Leucanthemum vulgare Lam. ssp. *catalaunicum* (Vogt) O. Bolòs & Vigo – Solell de la vall de Rialb, cap al coll de Siguer, 2.218 m; sobre l'Estanyó, a Sorteny, 2.355 m.
Leucanthemum vulgare Lam. ssp. *puijulae* Senn. – Les Pardines del Mas d'Alins, 1.466 m; entre Sant Julià i Aubinyà, 950 m; la Muxella, 1.264 m.

Tàxons introduïts, naturalitzats o subespontanis

- Castanea sativa* Mill. – Fontaneda, 986 m.
Eragrostis mexicana (Hornem.) Link ssp. *virescens* (C. Presl) Koel. & Sánchez Vega – Part baixa del Pui d'Olivesa, Sant Julià, 900 m.
Ficus carica L. – Sant Julià, sota el Pui d'Olivesa, 960 m.
Onobrychis viciifolia Scop. – Les pardines del Mas d'Alins, 1.466 m.
Petroselinum crispum (Mill.) Hill. – Part baixa del pui d'Olivesa, Sant Julià, 900 m.
Phalaris arundinacea L. – Arans, 1.470 m (Aaron Pérez-Haase)
Pinus halepensis Mill. – El Solà d'Andorra, 1.100 m.
Sarothamnus scoparius (L.) Wimm. ex Koch – Barranc de Rialb, Sorteny, 1.740 m.
Senecio inaequidens DC. – Part baixa del pui d'Olivesa, Sant Julià, 900 m.
Solanum lycopersicum L. – Part baixa del pui d'Olivesa, Sant Julià, 900 m.

Tàxons que cal afegir a la check-list (trobat en l'estudi de les valls del Comapedrosa)

- Alchemilla tenerrima* Fröner – La Coruvilla, 2.640 m.
Aquilegia viscosa Gouan ssp. *montsicciana* (Font Quer) O. Bolòs & Vigo – Canal Pregona, sobre Arinsal, 1.840 m.
Arrhenatherum elatius (L.) P. Beauv. ex J. & C. Presl ssp. *sardoum* (Em. Schmid) Gamisans – Jaça de la cabana de Comapedrosa, 2.214 m.

- Avenula pratensis* (L.) Dumort. ssp. *requienii* (Mutel) Romero Zarco – Arinsal, 1.680 m.
- Carex disticha* Huds. – Torrent de Ribassols, sobre Arinsal, 1.620 m.
- Cotoneaster nebrodensis* (Guss.) C. Koch – Canal de les Obagues, sobre Arinsal, 1783 m; torrent de Ribassols, Arinsal, 1.700 m.
- Festuca indigesta* Boiss. ssp. *aragonensis* (Willk.) Kerg. – Coma Aubosa, Arinsal, 2.147 m.
- Festuca marginata* (Hackel) K. Richter ssp. *alopecuroides* (Haeckel) K. Richter – Torrent Ribal, Arinsal, 1.608 m.
- Hieracium lachenalii* C. C. Gmel. – Torrent Ribal, prop del roc de Ruïder, 1.700 m.
- Hieracium phlomoides* Froel. ssp. *andurense* (Arv.-Touv.) Zahn – Torrent Ribal, Arinsal, 1.608 m; obaga del coll de les Cases, sobre el Mas de Ribafeta, 1.700 m; entre les Bordes de la Coruvilla i el pla de l'Estany, 2.000 m.
- Hieracium pilosella* L. ssp. *euroalpinum* Zahn – Pla de l'Estany, sobre Arinsal, 2.040 m.
- Hieracium sonchoides* Arv.-Touv. – Arinsal, 1.675 m.
- Hieracium subsericeum* Arv.-Touv. – Coll de les Cases, Arinsal, 1.982 m.
- Hieracium valirense* Arv.-Touv. & Gaut. – Riu del pla de l'Estany, prop d'Aigües Juntes, 1.790 m.
- Hieracium viscosum* Arv.-Touv. ssp. *viscosum* – Riu de Comapedrosa, prop d'Aigües Juntes, 1.790 m.
- Pinus x rhaetica* Brügger – Solà de les Comes, 2.025 m.
- Poa trivialis* L. ssp. *feratiana* (Boiss. & Reuter) Hern. Card. – Sobre el Mas de Ribafeta, 1.533 m.
- Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce – Canal Pregona, Arinsal, 1.840 m.
- Rosa vosagiaca* N.H.F. Desp. – Coll de les Cases, 1.956 m.
- Viola biflora* L. – Sobre el coll de les Cases, Arinsal, 2.022 m.

Conclusions

Andorra és un país petit però divers. El fort desnivell altitudinal, la variació de substrats, el relleu abrupte, la situació geogràfica i els variats usos del sòl permeten l'existència d'una flora rica.

Darrere de cada empenta botànica per assolir el coneixement d'aquesta flora hi ha hagut un avenç notable, però encara hi ha buits importants, especialment en el coneixement de la distribució i característiques de les poblacions de cada espècie. Pel que fa al nombre de tàxons és cert que cada cop costa més trobar novetats, però les plantes, de vegades capricioses en el lloc d'establiment i en la seva aparició, poden estar en qualsevol indret no visitat, de manera que és esperable que es puguin afegir encara unes quantes espècies més a la *check-list*.

Per a millorar el coneixement actual de la flora d'Andorra caldria dedicar un esforç de prospecció dirigit a ambients concrets, i revisar, per part de taxònoms especialistes, la correcta identificació dels materials pertanyents a gèneres especialment complexos.

Caldria recollir periòdicament la informació generada pels científics, naturalistes i tots aquells que apleguen dades de flora, fer-les validar per experts, incorporar les novetats a la *check-list* i afegir les citacions al banc de dades de Biodiversitat d'Andorra (SIBA).

Això permetrà revisar i mantenir actualitzada la llista vermella, i organitzar millor les accions de conservació.

Bibliografia

- BARNOLA, J. M. 1919. *Flora Vascular del Principado de Andorra*. Librería Editorial de Cecilio Gasca, Zaragoza.
- BOLÓS, O. DE, VIGO, J., MASALLES, R. M. & NINOT, J. 1993. *Flora manual dels Països Catalans*, 2^a ed. Pòrtic, Barcelona.
- BOUCHARD, J. 1989. *Primer herbari de la Flora d'Andorra*. Institut d'Estudis Andorrans, Perpinyà.
- CARRILLO, E., MERCADÉ, A., NINOT, J. M., CARRERAS, J., FERRÉ, A. & FONT, X. 2007. *Check-List i Llista Vermella de la flora d'Andorra*. CENMA, Andorra.
- CASTROVIEJO, S. et al. (eds.) 1986-2010. *Flora iberica*, vols. 1-8, 10, 12- 15, 17-18 i 21. CSIC, Madrid.
- COUSTURIER, P. & GANDOGER, M. 1913. Florule de la République d'Andorre (Pyrénées espagnoles). *Bull. Soc. Bot. France* 1913: 525-531; 550-557.
- FONT, X. 2005. La gestión de la biodiversidad mediante bases de datos en línea y el programario b-vegana. *Recursos Rurais, serie cursos* 2: 65-72.
- FONT, X., MONJE, X. & QUADRADA, R. 2006. SIBA, el Sistema d' Informació de la Biodiversitat d'Andorra. *Hàbitats* 12: 3-13.
- Gruber, M. 1978. *La végétation des Pyrénées Ariègeaises et Catalanes occidentales*. Thèse, Université d'Aix Marseille III, Marseille.
- LAZAR, J. J., CANTENOT, Y., RIBA S., DARQUISTADE, A. & PUJOS, J. 2004. Additions à la flore d'Andorre. *Journal de Botanique* 29: 77-85.
- LOSA, T. M. & MONTERRAT, P. 1951. *Aportación al conocimiento de la flora de Andorra*. Actas I Congreso Internacional del Pirineo. CSIC, Saragossa.
- Marcaillou d'Aymeric, H. 1898. Contribution à la flore de l'Andorre. *Bull. Soc. Liarnond*, 33e année, 2e sér., II: 28-58.
- MAR CET, A. 1946. Contribución a la flora de Andorra. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Geológica* 44: 77-86.
- MONTERRAT, P. & BENITO, J. L. 2000. Novedades para la flora de Andorra. *Acta Bot. Barcin.* 46: 119-127.
- NÈGRE, R., BAUDIERE, A. & SERVE, L. 1982. Approche analytique sur les groupements à *Festuca paniculata* est-pyrénéens. *Doc. phytosoc.*, 6 (N.S.): 443-475.
- SALVAT, A., BLASI, B. CAMPOS, M. & MOLES, A. 2003. Els boscos de ribera d'Andorra: tipificació, cartografia i estat de conservació. *Acta Bot. Barcin.* 49: 375-392.
- ZAMORA, F. & ESCÚTIA, E. 1993. *La Vall de Sorteny (Andorra)*. Institut d'Estudis Andorrans, Andorra.

Flow cytometric analysis in *Ranunculus parnassifolius* (Ranunculaceae)

Eduardo Cires^{1*}, Candela Cuesta^{2, 3} & José Antonio Fernández Prieto¹

.....

ABSTRACT

Ranunculus parnassifolius L. is an orophilous plant distributed throughout central and south Western Europe (Cantabrian Mountains, Pyrenees and Alps) but its evolutionary history and taxonomy are often complicated, having been, before now, little studied. The purpose of this article is to present flow cytometry measurements to ascertain cytotype distribution patterns within the *Ranunculus parnassifolius* group. Holoploid and monoploid genome sizes (C- and Cx-values) were determined using propidium iodide flow cytometry in 207 plants of *R. parnassifolius* s.l. distributed across 4 European countries. Four ploidy levels were detected in the study area (diploid, triploid, tetraploid and pentaploid) and mixed-cytotype populations were also found. Finally, the different distribution pattern of the cytotypes is discussed.

Keywords: Alpine-Pyrenean-Cantabrian polyploid group, C-value, genome size variation, nuclear DNA content, ploidy levels, propidium iodide

Introduction

Since the introduction of flow cytometry (FCM) to plant sciences in the 1980s, estimation of nuclear DNA content has been its major application in research (Doležel & Bartoš 2005). Despite this fact, recent reports indicate that genome size has only been estimated for roughly 1.8% of angiosperms (Leitch & Bennett 2007). The large variation of nuclear DNA C-values (holoploid genome size (Greilhuber *et al.* 2005), i.e. the DNA content of the chromosome complement of an organism) among land plants and more specifically among angiosperms, in contrast with the very limited variation within species, makes this property paramount for biological research disciplines such as genetics, ecology, and

1. Área de Botánica, Departamento de Biología de Organismos y Sistemas, Universidad de Oviedo. Catedrático Rodrigo Uría s/n, E-33071 Oviedo, Spain

2. Current address: Department of Plant Systems Biology, VIB, Technologiepark 927, 9052 Gent, Belgium

3. Área de Fisiología Vegetal, Departamento de Biología de Organismos y Sistemas, Universidad de Oviedo. Catedrático Rodrigo Uría s/n, E-33071 Oviedo, Spain

* cireseduardo@gmail.com

taxonomy. The presently known C-values of angiosperms vary 1,960-fold, from *Genlisea margaretae* Hutch. (Lentibulariaceae) with 0.065 pg/1C (Greilhuber *et al.* 2006) to the tetraploid *Fritillaria assyriaca* Baker (Liliaceae; Bennett & Smith 1976) with 127.4 pg.

FCM represents a powerful analytical tool, which promises qualitative advances in our understanding of the evolutionary significance of genome multiplication and genome size variation in plant systems. It is a convenient method, which can provide useful information for phylogenetic and taxonomic purposes, and is proving to be a useful tool in delimitation between some species which are sometimes not so easily distinguished using morpho-anatomic analyses (e.g. Cires *et al.* 2009).

Therefore, FCM offers a rapid and precise method for identifying taxa of different ploidy, enabling cytotype surveys over large spatial scales and involving large population samples. The main focus of this study was to assess the diversity of genome sizes and ploidy across *Ranunculus parnassiifolius* *s.l.*, an orophilous plant distributed through Alps, Pyrenees and Cantabrian Mountains.

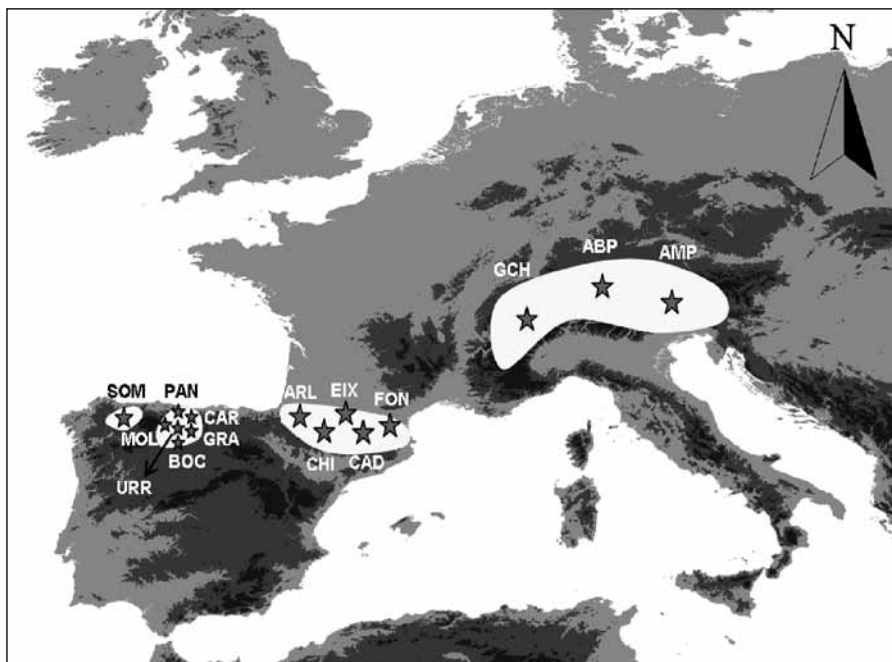
Materials and methods

PLANT MATERIAL

Plants of *Ranunculus parnassiifolius* *s.l.* were collected in 2007 and 2008 in their natural habitats throughout Pyrenees and Alps (fig. 1, table 1). Field-collected specimens were potted and kept in a greenhouse at room temperature and are currently maintained as a collection of living plants at the Botany Area of the University of Oviedo. Geographical coordinates were recorded in the field (Garmin-Etrex GPS instrument), and topographic information was derived from the geographic information system (GIS), the resulting data being processed with GIS software ArcMap 9.2 (ESRI, 2006). Additionally, voucher specimens were collected and kept in the Herbarium of the University of Oviedo (FCO).

Genome size estimation

The basic process of plant FCM is the isolation of nuclei from plant material, the staining of their DNA with fluorochrome, followed by the analysis of their fluorescence emission. In our study, samples for FCM measurements were prepared from fresh tissues of young leaves according to the protocol described in Cires *et al.* (2009). Nuclear DNA amounts were estimated with propidium iodide staining, using a Cytomics FC 500 (Beckman Coulter) with 488-nm excitation from an argon ion laser. Data analysis was carried out using Cytomics RXP Analysis



Note: the position of some of the stars is out of scale for a better understanding of the map

FIGURE 1. Geographical distribution of the populations of *Ranunculus parnassii*folius s.l. studied. Population codes are given in table 1.

(Beckman Coulter Inc., 2006), following the protocol described by Cires *et al.* (2009). The position of nuclei G0/G1 peaks in histograms of relative fluorescence intensity was used to estimate nuclear DNA content. The 2C DNA content of *Ranunculus grex parnassii*folius (2C = holoploid genome size; sensu Greilhuber *et al.* 2005) was calculated as:

$$= \frac{\text{Ranunculus sp. G0/G1 peak mean}}{\text{reference standard G0/G1 peak mean}} \times \text{nuclear DNA content of reference standard}$$

The monoploid genome size (1Cx; sensu Greilhuber *et al.* 2005) of all plants was also calculated in mass values (pg).

TABLE 1. Localities of sample collection of the *Ranunculus parnassifolius* s.l. studied in this work. Voucher specimens are kept in the Herbarium of the University of Oviedo (FCO).

Code	Locality / collector / date	Zone	Coordinates	Altitude	FCO
ABP	Albulapass, Blais Cuorta (Graubünden, Switzerland); CC, EC, MC & JAFP; 2008/07/19	32T	x = 564448 y = 5159889	2507	31353
ALB	Massif of Picos Albos, above Lago Cerveriz (Lagos de Saliencia, Somiedo; Asturias), EC & JAFP; 2007/06/18, 2008/07/01	29T	x = 734311 y = 4770131	1946	31103 31104
AMP	Behind the Refugio of Auronzo, Tre Cime di Lavaredo (Veneto, Belluno, Auronzo di Cadore, Italy); CC, EC, MC & JAFP; 2008/07/18	33T	x = 293014 y = 5165900	2353	31354
ARL	Col d'Arlas (Aquitaine, France); EC & JAFP; 2007/07/27, 2008/06/10	30T	x = 683386 y = 4759904	1971	31355; 31356; 31357
BOC	Central Massif of the Picos de Europa, Jou de los Boches (Cabrales; Asturias), EC; 2007/07/13, 2008/07/10	30T	x = 351469 y = 4783099	2136	31105; 31106
CAD	Top of Puigllançada, Parc Natural Cadí-Moixeró (Bagà, Barcelona, Spain); EC & JAFP; 2007/06/28, 2008/06/08	31T	x = 411552 y = 4684235	2165	31358; 31359
CAN	Central Massif of the Picos de Europa, Collado de la Canalona (Camaleño; Cantabria), EC; 2007/07/11, 2008/07/07	30T	x = 352498 y = 4782342	2455	31107; 31108; 31109; 31110
CAR	Eastern Massif of the Picos de Europa, Collado de San Carlos (Camaleño; Cantabria), EC; 2008/07/30	30T	x = 362152 y = 4785130	2050	31111; 31112
CHI	End of the track that begins in Chisagües, south of Sierra de Liena (Bielsa, Huesca, Spain); EC & JAFP; 2007/07/25, 2008/06/27	31T	x = 267122 y = 4730103	2346	31360
EIX	Coll de la Creu de l'Eixol (Espot, Lérida, Spain); EC & JAFP; 2007/06/29, 2008/06/09	31T	x = 342739 y = 4711539	2246	31361; 31362
FON	Collada de Fontalba (Querolbs, Gerona, Spain); EC & JAFP; 2007/06/27, 2008/06/08	31T	x = 429305 y = 4690908	2223	31363; 31365; 31364
GRA	Eastern Massif of the Picos de Europa, Canal de las Grajas (Camaleño; Cantabria), EC; 2008/07/30	30T	x = 357333 y = 4782264	1688	31113
GCH	Grand Chavalard, versant ouest (Valais, Switzerland); CC, EC, MC & JAFP; 2008/07/21	32T	x = 353665 y = 5114642	2071	31366; 31367
MOL	Western Massif of the Picos de Europa, Los Molezidos (Posada de Valdeón; León), EC; 2008/07/30	30T	x = 340430 y = 4782283	2043	31114
PAN	Central Massif of the Picos de Europa, pathway from Pandébano to Vega de Urriellu. Opposite Jou Lluengu (Cabrales; Asturias), EC; 2007/07/12, 2008/05/20	30T	x = 352622 y = 4786134	1632	31115; 31116
URR	Central Massif of the Picos de Europa, Vega de Urriellu just past the refuge J.D. Ubeda in the direction of Horcados Rojos (Cabrales; Asturias), EC; 2008/07/10	30T	x = 352074 y = 4785006	1967	31117; 31118; 31119

Geographical coordinates and altitudes are in accordance with European 1950 and Universal Transverse Mercator datums. Collectors: CC = C. Cuesta; EC = E. Cires; JAFP = J.A. Fernández Prieto; MC = M. Ceballos.

TABLE 2. Nuclear DNA content of *Ranunculus parnassiifolius* s.l. populations analyzed in this study using FCM. The values are given as means with standard deviation of the mean (SD) of the nuclear DNA content (pg/2C). The 2C range of values (min.- minimum, max.- maximum) obtained for each population, the mean coefficient of variation (CV, %) of the 2C peak and the monoploid nuclear DNA content (1Cx) in mass values (pg) and Mbp are also given.

	Population	Ploidy Level	Nuclear DNA Content					CV (%)	n
			2C (pg)	2C range		1Cx (pg)	1Cx (Mbp) ¹		
Alps	ABP	4x	14.84 ± 0.336	14.36	15.12	3.71 ± 0.084	3,628	5.19	5
	AMP	4x	14.73 ± 0.789	14.22	15.95	3.68 ± 0.197	3,602	5.38	10
	GCH	4x	14.91 ± 0.194	14.58	15.22	3.72 ± 0.048	3,645	3.91	10
Cantabrian Mountains	ALB	4x	15.85 ± 0.587	14.76	16.81	3.96 ± 0.147	3877	4.37	13
		5x	20.45 ± 0.975	19.32	21.04	4.09 ± 0.195	4000	5.33	3
	MOL	4x	15.30 ± 0.432	14.74	15.94	3.82 ± 0.108	3743	4.52	10
	PAN	2x	7.54 ± 0.145	7.24	7.74	3.77 ± 0.072	3689	3.34	16
	URR	2x	7.43 ± 0.185	7.19	7.75	3.71 ± 0.092	3636	3.98	14
		4x*	13.94	-	-	3.48	3409	4.57	1
	BOC	2x	7.63 ± 0.339	7.13	8.32	3.81 ± 0.170	3734	4.64	15
	CAN	2x	7.57 ± 0.471	7.08	8.53	3.78 ± 0.235	3705	3.79	14
	GRA	4x	15.25 ± 0.463	14.73	16.18	3.81 ± 0.116	3729	3.27	10
CAR	4x	15.09 ± 0.161	14.79	15.31	3.77 ± 0.040	3689	3.82	16	
Pyrenees	ARL	2x	7.93 ± 0.332	7.40	8.32	3.96 ± 0.166	3,879	4.85	14
	CAD	2x	8.37 ± 0.237	7.94	8.76	4.19 ± 0.119	4,097	3.95	14
	CHI	4x	14.72 ± 0.482	14.02	15.72	3.68 ± 0.120	3,601	3.61	14
	EIX	2x	8.47 ± 0.528	7.50	8.90	4.23 ± 0.264	4,144	3.60	13
	EIX	3x*	13.12	-	-	4.37	4,277	2.82	1
	FON	2x	7.80 ± 0.229	7.42	8.35	3.90 ± 0.114	3,817	3.55	14

* Data expressed without standard deviation refer to a single individual.

Internal reference standard: CRBC 2C = 3.14 pg of DNA (Cires *et al.* 2009).

¹ 1 pg = 978 Mbp (Doležel *et al.* 2003).

Results

The 2C nuclear DNA content of 207 specimens of *Ranunculus parnassiifolius* s.l. was determined using FCM, providing histograms with well-defined peaks of both sample and internal reference standards (CRBC) (table 2). Four different DNA ploidy levels were reported in the study area: diploid (2n ~ 2x, 55.07%), triploid (2n ~ 3x, 0.48%), tetraploid (2n ~ 4x, 43.00%) and pentaploid (2n ~ 5x,

1.45%). Mean holoploid genome size of diploid plants (2C) ranged from 7.43 pg/2C in URR to 8.47 pg/2C in EIX, whilst in tetraploid plants the holoploid genome size ranged from 14.72 to 15.85 pg/2C in CHI and ALB, respectively. Additionally, fluorescence histograms of relative nuclear DNA content showed coefficient of variation value usually below 4.0%.

Discussion

Nuclear DNA content for the *Ranunculus parnassiifolius* group has been analyzed by using FCM. Our results are consistent to previous cytological data (Küpfer 1974) and with those provided by Goepfert (1974), who calculated the relative nuclear DNA content of one tetraploid sample of *R. parnassiifolius* by cytophotometry with a value of $1C = 7.25$ pg (Bennett & Leitch 2004). Therefore, according to the basic chromosome number $x = 8$, it seems evident that the two *R. parnassiifolius* groups are characterized by $2n = 16$ and $2n = 32$ chromosomes.

Over the last decade, applications of FCM in plant population and evolutionary biology, ecology, and biosystematics have expanded dramatically both in frequency and scope, primarily addressing questions of phenotypic manifestation, spatial distribution and evolutionary significance of genome duplication (polyploidy), chromosomal variation (aneuploidy) and variation in genome size (Kron *et al.* 2007). Because FCM records the total amount of nuclear DNA irrespective of the number of chromosomes, it can distinguish between plants with the same number of chromosomes (homoploid taxa) but with different amounts of nuclear DNA, a task that is difficult to achieve as quickly and cheaply using other contemporary cytogenetic tools. Moreover, variation in genome size can be viewed as an indicator of taxonomic heterogeneity, incipient speciation, or complex evolutionary history.

This work therefore represents the application of FCM in the ploidy estimation, suggesting it may provide a significant tool for the delimitation of those cytotypes which are sometimes not readily separated by morphoanatomic studies. This investigation has thus shed light on the geographical distribution of ploidy levels in the *R. parnassiifolius* complex through its detailed examination. This difference in DNA also concurs with differences in morphology, which might indicate different evolutionary histories. In addition to this, we conclude that the existence of mixed-cytotype populations along the study area is not common.

Acknowledgements

This research was funded by the Spanish Ministerio de Educación y Ciencia (CGL2006-11743). E. Cires is supported by a predoctoral grant from the University of Oviedo (UNOV-06-BECDOC-2).

References

- BENNETT, M.D. & LEITCH, I.J. 2004. Angiosperm DNA C-values database (release 5.0, Dec. 2004). URL: <http://www.kew.org/cvalues/homepage.html> . Accessed 4 Oct 2010.
- BENNETT, M.D. & SMITH, J.B. 1976. Nuclear DNA amounts in angiosperms. *Proc. R. Soc. Lond., Biol.* 274: 227-274.
- CIRES, E., CUESTA, C., PEREDO, E.L., REVILLA, M.A. & FERNÁNDEZ PRIETO, J.A. 2009. Genome size variation and morphological differentiation within *Ranunculus parnassifolius* group (Ranunculaceae) from calcareous screes in the Northwest of Spain. *Plant Syst. Evol.* 281: 193-208.
- DOLEŽEL, J. & BARTOŠ, J. 2005. Plant DNA flow cytometry and estimation of nuclear genome size. *Ann. Bot.* 95: 99-110.
- DOLEŽEL, J., BARTOŠ, J., VOGLMAYR, H. & GREILHUBER, J. 2003. Nuclear DNA content and genome size of trout and human. *Cytom., Part A* 51: 127-128.
- GOEFFERT, D. 1974. Karyotypes and DNA content in species of *Ranunculus* L. and related genera. *Bot. Not.* 127: 464-489.
- GREILHUBER, J., DOLEŽEL, J., LYSÁK, M.A. & BENNETT, M.D. 2005. The origin, evolution and proposed stabilisation of the terms 'Genome Size' and 'C-Value' to describe nuclear DNA contents. *Ann. Bot.* 94: 255-260.
- GREILHUBER, J., BORSCH, T., MÜLLER, K., WORBERG, A., POREMSKI, S. & BARTHOLOTT, W. 2006. Smallest angiosperm genomes found in Lentibulariaceae, with chromosomes of bacterial size. *Plant Biol.* 8: 770-777.
- KRON, P., SUDA, J. & HUSBAND, B.C. 2007. Applications of flow cytometry to evolutionary and population biology. *Annual. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 38: 847-876.
- KÜPFER, P. 1974. Recherches sur les liens de parenté entre la flore orophile des Alpes et celle des Pyrénées. *Boissiera* 23: 1-322.
- LEITCH, I.J. & BENNETT, M.D. 2007. Genome size and its use: the impact of flow cytometry. In: Doležel, J., Greilhuber, J. & Suda, J. (eds.). *Flow cytometry with plant cells: analysis of genes, chromosomes and genomes*: 153-156. Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA, Weinheim.

Cartographie des habitats naturels et de la flore protégée au sein de la station de ski de la Pierre-Saint-Martin (Massif de l'Anie, Pyrénées-Atlantiques, France)

Delphine Fallour-Rubio¹, Christophe Chauillac² & Maxime Paturel³

.....

ABSTRACT

Cartography of natural habitats and protected flora in the Pierre-Saint-Martin ski station (the Anie massif, Pyrénées-Atlantiques, France)

A vegetation study (habitats and flora cartography) was done during the 2009 summer in the «Braca» site. This site includes a part of the ski station of «la Pierre-Saint-Martin», at the base of the Anie Massif.

28 habitats were reported according to the Corine Biotope nomenclature, including 10 habitats of Community Importance according to the EUR27 nomenclature. These last habitats cover 80% of the site area.

Among the 274 taxa observed in the site, 33 are endemics or subendemics of the Pyrenees and 8 are protected at the regional or national level.

These data will serve to elaborate the site monitoring document. Hence, the proposal of an economical development of the ski station has to include respect to the environmental sensibilities.

Key words: lapiés, limestone pavement, *Pinus uncinata*, endemism

RÉSUMÉ

Une étude de la végétation (cartographie des habitats et de la flore protégée) a été réalisée au cours de l'été 2009 sur le site du «Braca» qui inclut une partie de la station de ski de la Pierre-Saint-Martin, au pied du massif de l'Anie.

Ont été recensés 28 types d'habitats selon la nomenclature Corine Biotope incluant 10 grands types d'habitats d'Intérêt Communautaire selon la nomenclature EUR27, ces derniers couvrant plus de 80% de la surface du site. Sur les 274 taxons relevés sur le site, 33 sont des endémiques ou subendémiques pyrénéens et 8 sont protégés au niveau régional ou national.

1. Office National des Forêts, Bureau d'Etudes des Pyrénées Centrales. 262 route de Landorthe, F-31 800 Saint-Gaudens. delphine.fallour-rubio@onf.fr

2. Office National des Forêts, Bureau d'Etudes Pyrénées Occidentales. 5 bis rue des Fontaines, F-64400 Oloron-Sainte-Marie. christophe.chauillac@onf.fr

3. Office National des Forêts, Agence des Pyrénées-Atlantiques, 2 rue Justin blanc, BP1513, F-64015 Pau Cedex. maxime.paturel@onf.fr

Ces données serviront à l'élaboration d'un plan de gestion du site avec notamment la préconisation de mesures favorisant un développement de la station tout en limitant les impacts environnementaux.

Mots clés: lapiaz, pavements calcaires, *Pinus uncinata*, endémisme

Introduction

Dans un souci de mise en cohérence de ses politiques environnementales et de développement touristique, le Conseil Général des Pyrénées Atlantiques (CG64) a commandé à l'Office National des Forêts (ONF) la réalisation d'une étude et d'un plan de gestion du site dit du «Braca». Classé Espace Naturel Sensible (ENS), ce site inclue la forêt départementale du Braca et une partie de la station de ski d'Arette-la-Pierre-Saint-Martin.

La forêt départementale du Braca, soumise au régime forestier, est gérée par l'ONF depuis 2002. D'autre part, l'ONF a appuyé le CG64 pour l'évolution du site depuis 2001 en intervenant dans différents projets d'études de faisabilité et de maîtrise d'œuvre pour l'extension de la station de ski, des études de risques et de sécurisation des pistes, ainsi que la réhabilitation paysagère du site.

Le projet actuel inclut une analyse des sensibilités écologiques et une proposition d'aménagements les plus respectueux possibles de l'environnement dans le cadre du développement de la station.

Est présentée ici uniquement l'analyse floristique du site réalisée au cours de l'été 2009 (habitats d'intérêt communautaire et espèces à enjeu).

Situation géographique et géologique

Le site d'étude (444 ha) se trouve dans la vallée de Barétous, dans la région historique du Béarn. Il est encadré à l'ouest par le Pays Basque, à l'est par la vallée d'Aspe, et au sud par l'Espagne. Il est étendu entre les altitudes 1400 et 2100 m sur les versants sud-ouest des massifs des Pics d'Anie et du Soumcouy (fig. 1). Le socle géologique est constitué d'une épaisse couche de calcaires du Crétacé constituant un des plus grands lapiaz d'Europe.

Méthodologie

La cartographie des habitats a été réalisée sur fonds de photographies aériennes au 1/10.000, avec l'appui des fonds de cartographies IGN 1/25.000 (top25 1446ET, agrandies au 1/10.000) et de la carte géologique au 1/50.000 (carte N°1068 de Larrau, BRGM). Chaque formation végétale a été caractérisée au minimum au niveau de l'alliance et jusqu'au niveau de l'association phytosociologique pour certains groupes. Chaque habitat a été codé selon la nomenclature Corine



FIGURE 1. Vue d'ensemble du site d'étude: au fond, les pics d'Anie et du Soumcouy. De bas en haut: hêtraie, pinède à crochet, landes et pelouses écorchées, dalles calcaires nues, éboulis et falaises.

Biotope (Bissardon & Guibal 1997) et selon la nomenclature EUR27 (Collectif 2007) pour les habitats d'intérêt communautaire, avec une précision sur les «habitats élémentaires» selon les Cahiers d'Habitats (Collectif 2001 à 2005).

Les taxons bénéficiant d'un statut de protection (au niveau de la région Aquitaine ou du département des Pyrénées-Atlantiques: Arrêté Ministériel du 8 mars 2002, ou au niveau national: Arrêté Ministériel du 20 Janvier 1982 modifié) ont fait l'objet d'une prospection spécifique et leurs stations ont été décrites selon les fiches d'inventaire du Conservatoire Botanique National des Pyrénées et de Midi-Pyrénées (estimation de la taille et de l'état de la population, description de la station écologique: pente, exposition, altitude, espèces compagnes...).

Résultats et Discussion

HABITATS

Au total, les 91 relevés phytosociologiques effectués dans le site ont permis de décrire 28 communautés végétales selon la nomenclature Corine Biotope (C.B.) et 10 grands types d'habitats d'intérêt communautaire (IC) selon la nomenclature EUR27, correspondant à 18 «habitats élémentaires» selon les Cahiers d'Habitats (table 1).

TABLE 1. Habitats naturels cartographiés dans le site du Braca

Codes Corine Biotope	Intitulés Corine Biotope	Alliance	Code Natura 2000 (BUR2)	N° Habitat élément aire (C4)	% Surface du site
HABITATS d'INTERET COMMUNAUTAIRE					81,81
3	Landes, fruticées, pelouses et prairies				
31.42	Landes à Rhododendron	<i>Rhododendro ferruginei-Vaccinium myrtilli</i>		4	0.01
31.43	Fourrés à <i>Juniperus communis subsp. nana</i>	<i>Juniperion nanae</i>	4060	7	2.11
31.44	Landes à <i>Empetrum</i> et <i>Vaccinium</i>	<i>Loiseleurio procumbentis-Vaccinium microphyllum</i>		3	0.01
31.47	Landes à <i>Arctostaphylos alpina</i>	<i>Arctostaphylo-Cetrarion nivalis</i>		2	0.11
35.1	Pelouses atlantiques à Nard raide et gpt apparentés	<i>Agrostion curibali</i>		15	0.51
36.31	Gazons à Nard raide et groupements apparentés				0.26
36.311	Nardaises mésophiles pyrénéo-alpines	<i>Nardion strictae</i>	6230*		0.60
36.313	Pelouses pyrénéo-alpines hygrophiles à <i>Vulpins</i>				0.02
36.411	Pelouses mésophiles à laiche sempervivente	<i>Primulion intricatae</i>	6170	3	15.29
36.43	Pelouses pyrénéennes à <i>Festuca gautieri</i>	<i>Festucion scopariae</i>		14	12.26
37.63	Mégaphorbiaies pyrénéo-béniques	<i>Adenostylon alliariae</i>	6430	9	0.64
37.68	Communautés alpines à <i>Patiente</i> alpine	<i>Rumicion pseudalpinii</i>			0.04
4	Forêts				
41.18	Hêtraies sur calcaire	<i>Cephalanthero rubrae-Fagion sylvaticae</i>	6150	9	10.18
42.425	Forêts de Pins de montagne à <i>Pulsatille</i>	<i>Cephalanthero rubrae-Finion sylvestris</i>	6430*	5	19.15
6	Rochers continentaux, éboulis et sables				
61.2	Eboulis calcaires alpins	<i>Dryopteridion submontanae</i>	6120	6	0.02
61.30	Eboulis ouest-méditerranéens et éboulis des morphiles	<i>Iberico-Linarion</i>			1.83
61.34	Eboulis calcaires pyrénéens		6130		3.68
61.344	Eboulis calcaires humides pyrénéens	<i>Iberidion spathulatae</i>		18	0.45
61.345	Eboulis calcaires subalpins pyrénéens				0.21
62.12	Falaises calcaires des Pyrénées centrales	<i>Saxifragion mediae</i>	6210		2.61
62.152	Falaises calcaires médio-européennes à Fougères	<i>Viola biflora-Cystopteridion alpinae</i>		14	4.26
62.3	Pavements calcaires	Pas de rattachement phytosociologique	6240*		7.68
AUTRES HABITATS rencontrés					18,18
3	Landes, fruticées, pelouses et prairies				
36.52	Pâturages à <i>Liondent</i> hispide	<i>Poaion alpinae</i>	NC		0.64
36.11	Pâturages continus	Pas de rattachement phytosociologique	NC		1.43
4	Forêts				
41.14	Hêtraies neutrophiles pyrénéo-cantabriques	<i>Scilla lilio-hyacinthi-Fagetum</i>	NC		11.35
8	Terres agricoles et paysages artificiels				
61.1	Prairies sèches améliorées	Pas de rattachement phytosociologique	NC		1.26
66.2	Villages	Pas de rattachement phytosociologique	NC		0.05
67.2	Zones rudérales	<i>Arction lappae</i>	NC		3.08
69.2	Lagunes industrielles et canaux d'eau douce	Pas de rattachement phytosociologique	NC		0.38

FIGURE 2. Pinède à crochets sur lapiaz : *Pulsatillo-Pinetum uncinatae* (UE: 9430*).

Le site est couvert à plus de 80% par des habitats d'intérêt communautaire. La plupart de ces habitats sont fortement imbriqués en mosaïque en raison du caractère accidenté du site et notamment de sa formation karstique: sur moins de 100 m² peuvent se côtoyer différents types de pelouses et de formations végétales de parois rocheuses et d'éboulis en fonction de la profondeur et des différentes expositions des fissures et falaises, et selon les variations de pente et d'exposition des dalles rocheuses en surface, plus ou moins érodées ou avec constitution d'un sol.

Le site est fortement marqué par sa formation de *Pinus uncinata* sur lapiaz (UE: 6230; Cantegrel 2009) qui lui confère un paysage remarquable (essentiellement entre 1650 et 1800 m d'altitude; fig. 2). A l'étage inférieur (exposition nord), *Fagus sylvatica* est largement dominant, formant essentiellement une hêtraie «neutrophile» (non IC, C.B.: 41.14, sur sol décalcifié) mais aussi une hêtraie calcicole (UE: 9150) notamment en contact avec la pinède à crochet.

Dans les parties supérieures, on trouve différents types de landes et pelouses dont les densités et taux de recouvrement diminuent sensiblement avec l'altitude et en fonction du substrat, jusqu'à laisser de grandes surfaces de dalles calcaires nues surnommées «Pavements calcaires» (UE: 8240* ; Gaudillat 2008).



FIGURE 3. Marges de pistes de ski colonisées par de *Iberidion spathulatae* et du *Festucion scopariae* (au premier plan: *Cirsium glabrum*; au fond: vue sur le Pic d'Arlas).

Les différentes formations de landes et pelouses sont en majorité de type calcicoles : pelouses du *Festucion scopariae* dans les conditions les plus sèches (exposition sud, sol quasi inexistant) et du *Primulion intricatae* dans les conditions plus fraîches (exposition nord à ouest, pied de falaises, crevasses peu profondes, sol plus important, frais et humifère; UE: 6170). Ces dernières sont très variables dans leur composition et peuvent être très diversifiées ou dominées par différents taxons selon les conditions (*Carex sempervirens* subsp. *sempervirens*, *Salix pyrenaica*, *Sesleria albicans*...).

Les landes appartiennent principalement au *Juniperion nanae* (UE: 4060) mais en conditions fraîches sur sol humifère en voie de décalcification (souvent sous *Pinus uncinata*) se développe une formation plus acidiphile rattachée à *l'Arctostaphylo alpini-Cetrarion nivalis* (UE: 4060).

Quelques formations plus acidiphiles sont également présentes notamment dans la partie sud-ouest du site à proximité du pic d'Arlas (contact avec des calcschistes): développement de pelouses du *Nardion strictae* (UE: 6230*).

A noter également une très petite formation de *Rhododendro ferruginei-Vaccinion myrtilli* (UE: 4060) dans la partie sud-est du site au niveau d'affleurements de grès.

Le site est en outre fortement marqué par les habitats rocheux calcaires: éboulis principalement rattachés à *l'Iberidion spathulatae* (UE: 8130), mais présence aussi du *Dryopteridion submontanae* (UE: 8120) dans la partie basse du site ; falaises exposées avec végétation du *Saxifragion mediae* (UE: 82100) et falaises plus fraîches et sombres (expositions nord à ouest, dans crevasses profondes et/ou ombragées par la hêtraie) avec végétation du *Violo biflorae-Cystopteridion alpinae* (UE: 8120).

En plus de ces habitats d'intérêt communautaire, on trouve sur le site quelques habitats artificialisés dont des «pelouses» semées sur les pistes et par endroit fortement enrichies en azote par le bétail (zones de reposoir).

A noter que certaines pistes de ski peuvent être classées, quand elles n'ont pas été artificiellement végétalisées, dans des habitats IC d'éboulis de *l'Iberidion spathulatae* (UE: 8130), et, dans les zones non érodées par le passage des engins d'entretien, elles sont naturellement et progressivement colonisées par des pelouses du *Festucion scopariae* (UE: 6170). La majorité des pistes pourrait donc être progressivement stabilisées naturellement à plus ou moins long terme par les espèces et communautés végétales natives du site (fig. 3).

ESPÈCES PATRIMONIALES

Au total 274 taxons, dont 33 (sub)endémiques pyrénéens (et nord Ibérie), ont été observés. Parallèlement à la cartographie des habitats, 85 stations de 12 taxons patrimoniaux ont été décrites (table 2).

TABLE 2. Taxons protégés (R1: Région Aquitaine, Art.1 de l'Arrêté Ministériel du 8 mars 2002, N1: niveau National, Art.1 de l'Arrêté Ministériel du 20 Janvier 1982 modifié) et principaux taxons endémiques relevés dans le site.

Nom taxon	Statut protection	Chorologie - Endémisme
<i>Ameria pubinervis</i> Boiss.	N1	Pyr. Occ. & Cantabriques
<i>Cirsium glabrum</i> DC.	R1	Pyr. Centro-Occ.
<i>Dryopteris submontana</i> (Fr.-Jenk. & Jermy) Fraser-Jenk.	R1	(Eurasiatique)
<i>Euphorbia pyrenaica</i> Jord.		Pyr. Occ. & Cantabriques + Sierra Nevada
<i>Geranium cinereum</i> Cav. subsp. <i>cinereum</i>	N1	Pyr. Occ.
<i>Globularia gracilis</i> Rouy & J.A.Richt.	R1	Pyr. Centro-Occ. & Cantabriques
<i>Iberis camosa</i> Willd. subsp. <i>camosa</i>	R1	Orophyte ouest Méditerranée
<i>Lathyrus vivanii</i> P.Monts.		Pyr. Occ.
<i>Leucanthemum maximum</i> (Ramond) DC.	R1	Pyr. Occ.
<i>Lithospermum gastonii</i> Benth.	N1	Pyr. Occ.
<i>Saxifraga hariotii</i> Luizet & Soulié		Pyr. Occ.
<i>Thalictrum macrocarpum</i> Gren.		Pyr. Occ.

Conclusion

Le site du «Braca» représente un patrimoine naturel particulièrement riche et important pour les Pyrénées Atlantiques. Sa flore, tant sur le plan des espèces que sur celui des communautés végétales ou «habitats», est en grande partie endémique des Pyrénées et Cantabriques, voire uniquement de la partie occidentale des Pyrénées (Fourcade 1972, Vivant 1972). Ceci confère une forte responsabilité au Conseil Général des Pyrénées Atlantiques, tant au niveau national qu'europpéen, quant à la préservation de ce patrimoine unique.

Le développement économique de la station devra donc être raisonné afin de respecter ce patrimoine.

Notamment, il faudra favoriser le développement naturel des espèces et formations locales (*Iberidion spathulatae* puis *Festucion scopariae*), déjà en cours de développement sur les parties de piste non érodées par le passage des engins en saison estivale. En cas de nécessité de végétalisation artificielle des pistes, elle devra être réalisée avec des lots de semences locales.

Remerciement

Ce travail a été financé par le Conseil Général des Pyrénées Atlantiques.

Références

- BISSARDON, M. & GUIBAL, L. 1997. *CORINE Biotope. Version originale. Types d'habitats français*. (Dir.: RAMEAU, J.C.). Ed. ENGREF., 175 p.
- CANTEGREL, R. 2009. La rupisylve karstique du massif d'Anie : un peuplement original de Pin à crochets dans les Pyrénées occidentales. Actes du colloque AFK - Pierre Saint-Martin 2007. *Karstologia Mémoires* 17: 140-145.

- COLLECTIF 2001 à 2005. « *Cahiers d'habitats* » *Natura 2000*, Tomes 1 à 5. *Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire*. MEDD/MAAPAR/MNHN. (Coord.: BENSETTITI F. et al.). Éd. La Documentation française, Paris.
- COLLECTIF 2007. *Interpretation Manual of European Union Habitats - EUR27*, July 2007. European Commission DG Environment, Nature and biodiversity.
- FOURCADE, J. 1972. La Flore de l'Anie. *Bull. Soc. Sc. Lettres & Arts de Pau* 7 (4ème série): 169-184.
- GAUDILLAT, V. 2008. *Les «Pavements calcaires», habitat d'intérêt communautaire prioritaire (UE 8240). Présentation et situation en France*. Rapport SPN 2008/1, MNHNDEGB-SPN, Paris, 34 p.
- VIVANT, J. 1972. Plantes vasculaires intéressantes récoltées aux Pyrénées-Occidentales françaises. *Le Monde des Plantes* 373: 1-4.

Suivi de la régénération post-incendie de *Juniperus thurifera* sur la Montagne de Rié (Marignac, Haute-Garonne, France)

Delphine Fallour-Rubio¹, Jocelyne Cambecèdes²
& Francis Rachou-Langlatte³

.....

ABSTRACT

Post-fire survey of *Juniperus thurifera* regeneration in Mount Rié (Marignac, Haute-Garonne, France)

Juniperus thurifera L. is a Mediterranean woody species rare in France and restricted to two localities in the French Pyrenees. The main population is located on Mount Rié, in the upper valley of the Garonne. This population was severely damaged by an accidental fire in 2003 (80% dead individuals). In the following years, seedlings emerged naturally. A monitoring program has been developed since 2004, including the survey of plantlets and the regeneration ability and health of the population. Every plantlet is protected against wild fauna damages using an individual wire fencing.

In 2009, 102 plantlets with a basal diameter less than 2 cm were identified with a label and a number. Their GPS position was registered. The comparison with the inventory carried out in 2001 before the fire suggests a post-fire increased regeneration. This could be related to the post-fire disappearance of the major insect seed predators.

Key words: population dynamics, survey of plantlets, Pyrenees

RÉSUMÉ

Juniperus thurifera L., rare en France, et particulièrement dans les Pyrénées, forme une population originale et patrimoniale sur la Montagne de Rié, en Haute Vallée de la Garonne. Un incendie a fortement affecté cette population en 2003 (80% de mortalité). A partir de 2004 ont été mis en place des suivis de l'état sanitaire et de la capacité de régénération de la thuriferaie, et les jeunes plantules ont été protégées contre l'abroussement et le piétinement par la faune sauvage. En 2009, 102 plantules de diamètre basal inférieur à 2 cm (considérées issues de régénération post-incendie) ont été cartographiées, mesurées et numérotées *in situ*. La comparaison avec un inventaire de 2001, où les jeunes plants de faible diamètre étaient beaucoup moins nombreux, a permis de mettre en évidence une bonne régénération post-incendie. Celle-ci

1. Office National des Forêts, Bureau d'Etudes des Pyrénées Centrales. 262 route de Landorthe, F-31 800 Saint-Gaudens. delphine.fallour-rubio@onf.fr

2. Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. Vallon de Salut , BP 315, F-65203 Bagnères-de-Bigorre Cedex. jocelyne.cambecedes@cbnmpm.fr

3. Office National des Forêts, Unité Territoriale du Haut-Comminges (Agence Ariège/Gers/Haute-Garonne). Maison Forestière route d'Espagne, F-31440 Saint-Beat. francis.rachou-langlatte@onf.fr

pourrait être mise en relation avec la disparition des principaux ravageurs de graines pendant plusieurs années après l'incendie.

Mots-cles : dynamique de population, suivi de plantules, Pyrénées

Introduction

Les populations de *Juniperus thurifera* L. sont rares et dispersées en France : plus nombreuses et importantes dans les Alpes, elles sont très limitées en Corse et dans les Pyrénées. Sur le versant nord-pyrénéen, seulement deux zones de présence sont connues : dans la vallée de l'Ariège en amont de Tarascon-sur-Ariège, et en haute vallée de la Garonne dans le secteur de Saint-Béat / Marignac. Dans cette dernière zone, des individus dispersés sont connus en rive droite de la Garonne (Massif du Gar, Cap de Mount), mais c'est en rive gauche, sur la montagne de Rié, que se trouve la population principale (essentiellement sur la commune de Marignac), en formation pure ou en mélange avec la chênaie pubescente. En 2001, environ 3500 individus avaient été répertoriés.

Depuis 2001, la thuriféraie de la Montagne de Rié fait l'objet d'un programme d'études coordonné par le Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées (CBNPMP), en partenariat avec l'Université de Toulouse, l'Institut National de la Recherche Agronomique d'Orléans et l'Office National des Forêts.

En août 2003, cette thuriféraie a été fortement endommagée par un incendie accidentel. A partir de 2004, les protocoles d'étude ont été révisés afin de procéder à un suivi de la capacité de la régénération post-incendie de cette thuriféraie.

En 2009, le suivi a été mené dans le cadre de l'animation du Document d'Objectifs du site Natura 2000 « Zones rupestres xérothermiques du bassin de Marignac, Saint-Béat, Pic du Gar, Montagne de Rié » portée par l'Office National des Forêts (ONF). En effet, les thuriférais sont classées comme « habitats prioritaires » par la Directive Habitats de l'Union européenne (code Corine Biotope : 42.A27x 32.136 ; code U.E. EUR27 : 9560x5210) et la thuriféraie de la Montagne de Rié fait l'objet de propositions d'action incluses dans le Document d'Objectifs.

Ce travail correspond en outre aux objectifs de suivi et de gestion de la Réserve Biologique Forestière Dirigée (ONF, 1997a) créée pour assurer la conservation et la prise en compte des Genévriers thurifères dans la gestion de la forêt communale de Marignac, confiée à l'ONF (1997b).

Methodologie

Depuis 2004, l'ensemble des individus de *Juniperus thurifera* est cartographié tous les deux ans et leur état sanitaire est suivi (taux de feuillage atteint, dégâts sur l'écorce, attaques parasitaires...).

Une attention particulière a été portée à la régénération de cette thuriféraie : les premières plantules issues de la régénération post-incendie ont été repérées dès 2004 et depuis 2006 elles sont protégées individuellement contre l'abroustissement et le piétinement par la faune. Une cartographie de l'ensemble de ces plantules a été précisée en 2009 et un suivi individuel a été mis en place (mesures de hauteur et diamètre, protection, numérotation *in situ*).

Resultats et discussion

Lors de l'incendie d'août 2003, 50% des arbres ont été calcinés (fig.1) et seulement 6% ont été totalement épargnés par l'incendie; cependant, 42% des arbres atteints ont montré dès 2004 des signes de reprises (fig.2; Cambecèdes *et al.* 2006).

En 2008, l'inventaire montre que seulement 20% des arbres ont survécu à l'incendie dans la thuriféraie pure (hors zone en mélange avec le chêne pubescent, où le feu a été plus limité).

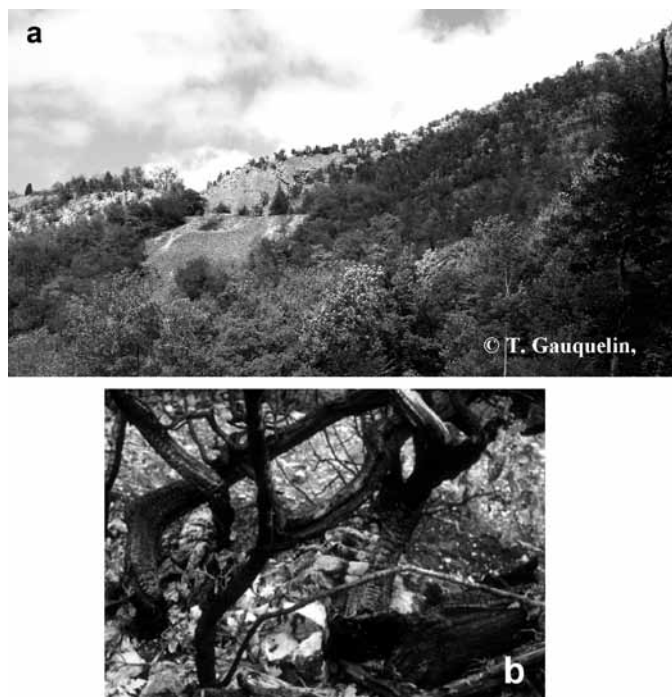


FIGURE 1. Etat de la thuriféraie de Marignac après l'incendie de 2003 (a) et individu entièrement calciné (b).



FIGURE 2. Régénération du feuillage sur *Juniperus thurifera* après l'incendie.



FIGURE 3. Mesure d'individus de *Juniperus thurifera*.

En 2009, 102 jeunes individus ayant un diamètre basal inférieur à 20 mm, considérées comme étant issues de la régénération post-incendie, ont été mesurés et cartographiés (fig. 3). Les individus trop proches ont été groupés sous un même point GPS: au total 35 groupes ont été géolocalisés, comportant chacun de 1 à 14 individus (fig. 4). Parmi ces individus, 4 sont morts et 3 sont partiellement secs mais ils ont été néanmoins numérotés pour permettre d'établir ultérieurement le taux de survie des jeunes plantes.

En outre, 6 individus ont été notés comme pouvant être des rejets d'arbres adultes (par marcottage) plutôt que des plants issus de germination (hauteur supérieure à 40 cm, diamètre généralement supérieur à 15 mm, nombreuses ramifications et volume de feuillage important). Quelques autres individus présentant un feuillage de phénotype "adulte" pourraient être soit des rejets, soit des individus issus de régénération anté-incendie.

Un inventaire réalisé en 2001 par Philippe Samhat (Université Paul Sabatier de Toulouse) avait permis de recenser 78 individus de diamètre inférieur à 20 mm dans la thuriféraie pure (Samhat 2002, Gauquelin *et al.* 2005).

La comparaison de la répartition des individus en classes de diamètre basal montre une forte prédominance d'individus des classes de diamètre inférieur à

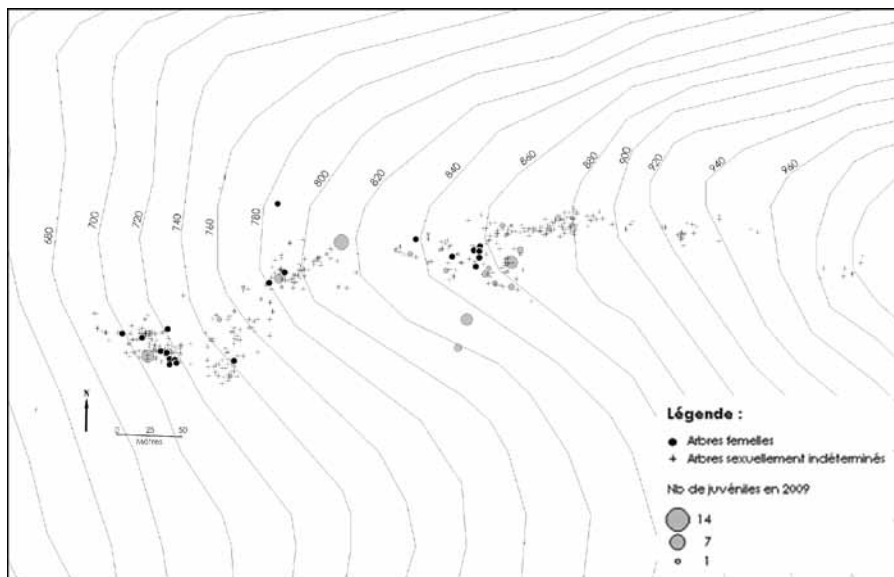


FIGURE 4. Cartographie de l'ensemble des individus de *Juniperus thurifera* sur la Montagne de Rié, commune de Marignac.

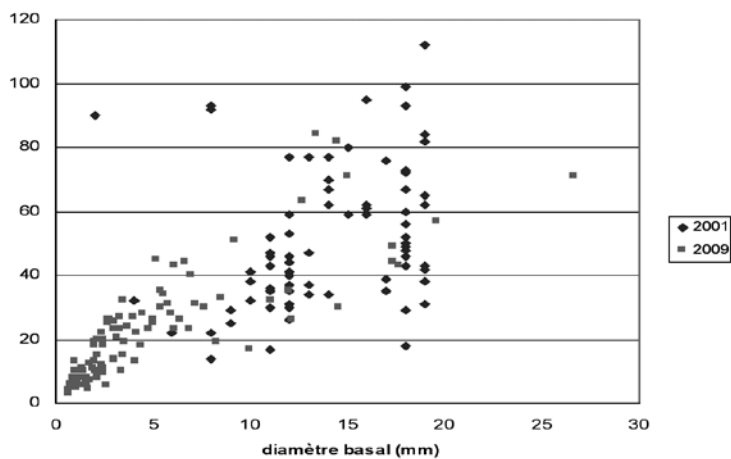


FIGURE 5. Relation hauteur / diamètre des jeunes individus de *Juniperus thurifera* cartographiés en 2001 et en 2009.

8 mm (83,7%) en 2009, alors qu'ils n'étaient que de 3,8% en 2001 (fig.5 et 6). On constate ainsi une forte dynamique de régénération post-incendie alors que les très jeunes plantules étaient faiblement représentées en 2001. Cette régénération post-incendie, supérieure à la régénération habituelle, est probablement à mettre en relation avec l'effondrement des populations de ravageurs de galbules consécutive à l'incendie (Roques *et al.* 2006).

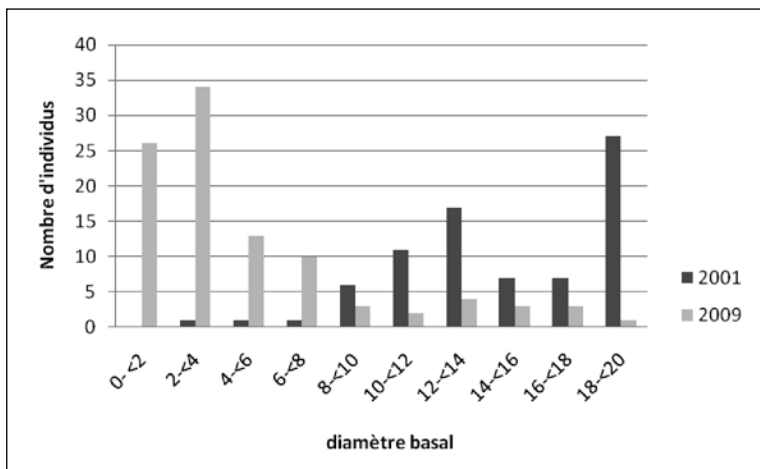


FIGURE 6. Répartition des jeunes individus de *Juniperus thurifera* en classes de diamètre en 2001 et en 2009.

Conclusion

La thuriféraie de la Montagne de Rié semble donc bien se régénérer malgré les forts dégâts provoqués par l'incendie de 2003 : d'une part par la capacité de régénération du feuillage des arbres brûlés, d'autre part par l'installation de jeunes plantules. Cependant, le retour des parasites des graines du Genévrier thurifère observé en 2009 (après 6 ans d'absence) pourrait à nouveau fortement affecter la capacité de régénération par graines de la population.

La protection des plantules et leur suivi sera à poursuivre à moyen et long terme, parallèlement au suivi de l'état sanitaire de la population (notamment des populations de ravageurs de graines) et de la régénération des autres ligneux entrant en compétition avec le Genévrier thurifère sur la station (notamment *Quercus pubescens*, *Acer monspessulanum*, *Prunus mahaleb*).

Remerciement

Cette étude a été financée en 2009 dans le cadre de l'animation du site Natura 2000 par l'Europe (FEADER : 50%) et l'Etat français (MEDDM : 50%)

Bibliographie

- CAMBECÈDES, J., GAUQUELIN, T., LOUSTALOT-Forest, F., MIGNAUT, T., DELBOS, D. & LARGIER, G. 2006. Evaluation de l'impact du feu sur une population de genévrier thurifère: mise en place de protocoles de suivis sur la thuriféraire de la montagne de Rié, victime d'un incendie accidentel en 2003. *Actes du IIIème colloque international sur le Genévrier thurifère*, Soria (Espagne), 24-27 mai 2006: 487-492.
- GAUQUELIN, T., BERTAUDIÈRE MONTES, V., SAMHAT, P., MIGNAUT, T. & OTTO, T. 2005. *Le genévrier thurifère dans les Pyrénées centrales: étude de la structure des populations, approche dendroécologique, étude pédoanthracologique, impact de l'incendie d'août 2003*. Rapport d'étude final. 49 p.
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS 1997a. *Aménagement de Réserve Biologique Dirigée (1997-2014). Réserve Biologique Forestière de la Montagne de Rié (29.80 ha)*. Direction Régionale Midi-Pyrénées. Service interdépartemental de la Haute-Garonne et du Gers. Département de la Haute-Garonne. Ed. ONF, 11 p. + annexes.
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS 1997b. *Modification d'Aménagement Forestier (1997-2014). Forêt Communale de Marignac (403.22 ha)*. Direction Régionale Midi-Pyrénées. Service interdépartemental de la Haute-Garonne et du Gers. Département de la Haute-Garonne. Ed. ONF, 41 p. + annexes.
- ROQUES, A. & AUGER-ROZENBERG, M. A. 2006. L'incendie pourrait-il constituer un mécanisme de régénération naturelle du genévrier thurifère par échappement aux ravageurs des graines ? L'exemple de la montagne de Rié (France). *Proceedings 3ème Conférence Internationale sur le Genévrier Thurifère*, Soria, Espagne, 24-27 Mai 2006: 407-415.
- SAMHAT, P. 2002. *Structure et dynamique d'une population isolée de genévrier thurifère (Juniperus thurifera L.) dans les Pyrénées: régénération, stabilité et compétition inter et intra spécifique*. Mémoire de DEA Ecologie des systèmes continentaux. Univ. Paul Sabatier, Toulouse – Conservatoire Botanique Pyrénéen. 30 p.

La conservation des plantes rares et menacées des Pyrénées : La banque de graines du Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées

Jérôme Garcia^{1*}, Lionel Gire¹, Jocelyne Cambecèdes¹
& Gérard Largier¹

.....

ABSTRACT

The conservation of rare and threatened plants of the Pyrenees : The seed bank of the Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées

The conservation of rare and threatened plants of the Pyrenees is a mission of the Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. The seed bank is a tool for plant conservation off site or *ex situ*, and supplements the actions led to preserve plants in their habitat (conservation on site or *in situ*). The technical equipments of the Conservatoire allow seed storage in the best conditions. The conservation protocol is described from the strategy of seed collection to the packaging of seeds in the drying room and storage in a cold room or a deep freezer. The information connected to every accession is managed in a database. Germination experiments are set up to assess the viability of the harvested seeds and to look for the best conditions of germination. The viability of seeds is periodically assessed during their conservation.

Since 2000, the seed bank of the Conservatoire has received more than 800 seed accessions about 140 originating from the Pyrenean massif and listed as rare and threatened plants or protected in the Pyrenees, such as *Aster pyrenaicus*, several *Androsace* and *Cirsium*, *Scrophularia pyrenaica* and *Vicia argentea*.

Key words : *ex situ*, collecting, seed sorting, packaging, germination testing, seeds viability

RÉSUMÉ

La conservation des plantes rares et menacées des Pyrénées est une mission du Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. La banque de graines, outil de conservation des plantes hors du site naturel ou *ex situ*, complète les actions menées pour conserver les plantes dans leur habitat (conservation sur site ou *in situ*). Les installations techniques du Conservatoire permettent de conserver les graines au froid dans des conditions optimales. Les étapes de la mise en conservation des graines, du repérage de la plante sur site au conditionnement des graines pour stockage en chambre froide, sont décrites. Toutes les informations relatives à chaque lot sont gérées en base de données. Des tests de germination sont mis en place pour évaluer la viabilité des graines collectées et rechercher les meilleures conditions de germination. La viabilité des graines est évaluée périodiquement au cours de leur conservation.

1. Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. Syndicat mixte Conservatoire botanique pyrénéen, Vallon de Salut BP 315, 65203 Bagnères de Bigorre Cedex France

* jerome.garcia@cbtnmp.fr

Depuis 2000, la banque de graines du Conservatoire accueille les graines de plus de 800 lots dont 140 environ sont originaires du massif pyrénéen et inscrits sur la liste rouge des plantes rares et menacées des Pyrénées ou protégées, telles que l'Aster des Pyrénées, plusieurs *Androsaces* et *Cirses*, la *Scrophulaire* des Pyrénées et autre *Vesce* argentée.

Mots clés : *ex situ*, collecte, tri de graines, conditionnement, test de germination, viabilité des graines

Introduction

Le Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées est un établissement public agréé par le Ministère de l'écologie. En application du code de l'environnement (article D.416-1), les Conservatoires botaniques nationaux (CBN) exercent une mission « (d')identification et (de) conservation des éléments rares et menacés de la flore sauvage et des habitats naturels et semi-naturels ». Les CBN s'organisent en réseau sur tout le territoire français et sont regroupés au sein de la Fédération des Conservatoires botaniques nationaux.

L'objectif prioritaire est la conservation des espèces dans leur milieu naturel. C'est en effet la seule façon de préserver à long terme les capacités d'évolution des plantes en relation avec l'évolution des milieux et celle des climats. Dans ce contexte, les stratégies de conservation sont axées sur la sauvegarde des écosystèmes, dans une vision dynamique de la nature, en prenant en compte l'action très ancienne de l'homme sur les milieux.

En complément de cette stratégie, le Conservatoire met en place une banque de semences pour assurer hors de la nature la conservation des plantes et des populations très menacées. Cette activité permettra également de réaliser au besoin des renforcements de populations ou des réintroductions dans le milieu naturel.

Cette conservation hors du milieu naturel (conservation *ex situ*) nécessite de disposer de locaux techniques adéquats et de mettre en œuvre des protocoles rigoureux de récolte et de traitement des graines pour une conservation optimale. La connaissance des conditions optimales de germination des graines est un pré requis aux contrôles de viabilité et à l'utilisation des graines dans des programmes de conservation.

La banque de graines du Conservatoire botanique gère actuellement 800 lots de graines correspondant à 101 espèces rares ou menacées des Pyrénées et de Midi-Pyrénées dont 49 espèces protégées. 26 taxons pyrénéens sont conservés, représentés par une centaine de populations et répartis sur plus de 140 lots. 17 de ces taxons font partie des espèces protégées en France (*Androsace vandellii*, *A. cylindrica* subsp. *hirtella*, *A. pyrenaica*, *Armeria pubinervis*, *Aster pyrenaeus*, *Borderea pyrenaica*, *Erodium manescavii*, *Lysimachia ephemerum*, *Nothobartsia spicata*, *Saponaria bellidifolia* ...), 5 bénéficient d'une protection en région Midi-Pyrénées

(*Aconitum variegatum* subsp. *pyrenaicum*, *Androsace ciliata*, *Cirsium carniolicum* subsp. *rufescens*, *C. glabrum*, *Iberis bernardiana*), ces 5 taxons sont également inscrits, avec *Lilium pyrenaicum*, sur le Livre Rouge des espèces menacées de France.

Stratégie de conservation

La conservation *ex situ* intervient en appui à la conservation des plantes dans leur milieu naturel (Smith & Linington 1997b). Trois principaux axes d'intervention sont identifiés :

- La constitution de collections de sauvegarde d'espèces rares par échantillonnage de la diversité génétique sur l'ensemble des populations du territoire de travail. Une synthèse cartographique, réalisée à partir des différentes stations connues, permet d'effectuer des regroupements de stations. Ces regroupements prennent en considération les barrières écologiques (sommets, crêtes, boisements, distance...) qui limitent les flux de gènes et isolent les populations ;
- La conservation de populations menacées. Cette intervention est ciblée sur les populations pour lesquelles une action de conservation *in situ* par information et/ou appui technique aux propriétaires et aux gestionnaires est nécessaire ;
- L'appui à la mise en œuvre de mesures compensatoires dans le cadre de procédures de demande de dérogation à la loi de protection des espèces, dérogations pouvant être accordées pour des projets d'intérêt public majeur.

Actuellement, les collectes conservatoires sont de plus en plus développées dans la partie « plaine » et « massif central » de la région Midi-Pyrénées, où les menaces sont plus présentes que sur la chaîne pyrénéenne.

Collecte et préparation à la mise en conservation

L'objectif de la collecte est d'échantillonner la diversité génétique de la population (Brown & Briggs 1991). Les graines sont prélevées sur 10 à 50 individus, en appliquant un protocole visant à éviter toute forme de sélection, volontaire ou inconsciente, parmi les individus. L'ensemble de la population est considéré, et la collecte de graines se pratique de façon aléatoire, ou sur des individus répartis le long d'un transect traversant la population, ou encore de façon sectorielle. Cette dernière méthode consiste à identifier les zones révélant une hétérogénéité écologique sur la station (ex : pente, qualité du sol, densité de végétation) et à procéder à une collecte aléatoire sur chaque zone.

Placées dans des sachets papier et accompagnées d'une fiche de collecte, ces graines constituent un lot, ou accession, qui reçoit un numéro d'identification

unique. Toutes les informations relatives à cette accession et à son devenir seront gérées dans la base de données Carposcope.

Au laboratoire du Conservatoire, les lots sont triés pour ne garder que les graines apparemment pleines. Les débris (restes de fruit, feuilles, tiges, terre...) sont éliminés à l'aide de tamis, colonne densimétrique, pinces, pinceaux et techniques artisanales (fig. 1). Puis le nombre de graines est déterminé par comptage ou évaluation par rapport à la masse.

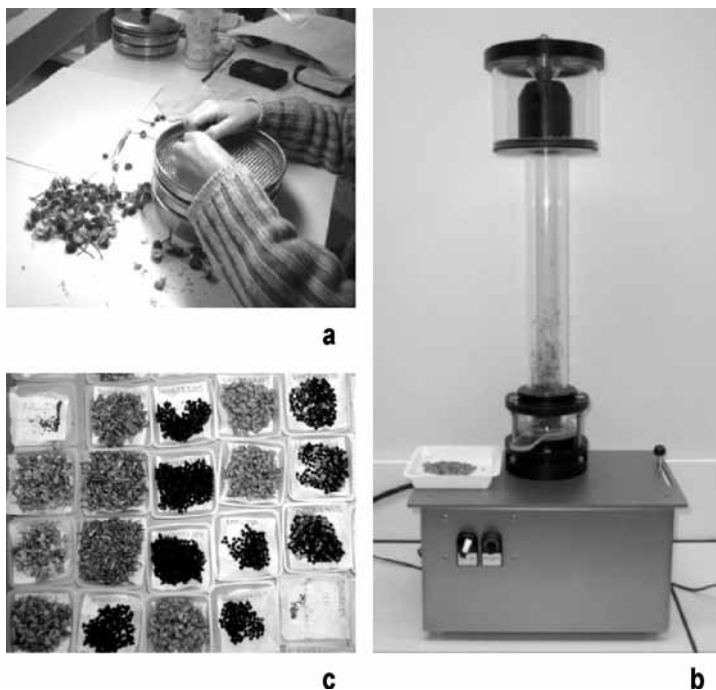


FIGURE 1. Techniques de tri des semences. a, tri manuel, avec pinces et tamis au laboratoire; b, élimination des déchets en utilisant une colonne densimétrique (flux d'air); c, lots de graines triées prêtes à être comptées et déshydratées.

Conservation des semences

Les semences collectées et conservées dans la banque séminale du Conservatoire sont uniquement des graines orthodoxes, supportant la déshydratation et la conservation au froid. Il n'y a pas d'espèces menacées ou protégées produisant des graines non orthodoxes en Pyrénées françaises.

La déshydratation des graines, nécessaire à leur bonne conservation (Smith 1985), est optimale après un séjour dans une pièce à 15 °C pour 10 à 15% d'humidité relative, avec une bonne ventilation (Cromarty *et al.* 1990). La déshydratation prend plus de temps si la graine est volumineuse ou si son tégument est épais (Ellis *et al.* 1985).

Depuis 2000, le Conservatoire assure le séchage progressif des semences collectées dans une salle hermétique de 16 m³ environ, à 18-20 °C, pour une humidité relative de 15 à 20%, sous flux d'air sec. Le taux d'humidité interne des graines diminue ainsi jusqu'à 5 à 10% en fonction de la teneur en lipide des graines (Smith 1985). Après 2 à 5 mois de déshydratation, les graines sont placées dans des sachets tricouches (papier-plastique-aluminium) qui, une fois soudés, sont hermétiques à l'air, à la lumière et à l'humidité. Le conditionnement est fait en salle sèche pour éviter une réhydratation des graines au cours de cette étape.

Pour une conservation de longue durée, l'International Board for Plant Genetic Resources préconise de placer les graines sèches (contenant 5% à 10% d'humidité) à -18°C ou moins, dans des récipients hermétiques (Ellis *et al.* 1985). Pour chaque lot, une partie des graines est conservée à -18 °C et une partie à 5 °C. En effet, une température de -18°C est favorable à la conservation à long terme de graines viables.

Deux congélateurs à -18°C et une chambre froide à 5°C de 16m³ environ, assurent la conservation de 10 années de collectes. Un groupe électrogène permet d'assurer leur fonctionnement en cas de coupure de courant.

Germination des graines

A la banque de graines, les conditions expérimentales optimales de germination sont déterminées pour chaque espèce. Ces connaissances permettront ensuite d'évaluer la viabilité des graines par leur capacité à germer.

La mise au point d'un test sur une espèce donnée repose en premier lieu sur des informations bibliographiques concernant l'espèce elle-même ou à défaut, le genre (Baccheta *et al.* 2007). Une fiche de synthèse est ainsi rédigée pour chaque taxon, précisant les caractéristiques de la graine et les conditions de germination proposées. Si aucune information bibliographique n'est recueillie, un large panel de traitements est mis en place.

Un certain nombre de facteurs intervient sur la germination des semences tels que la lumière, la température, la teneur en oxygène, le pH. Baskin & Baskin (1998) précisent que la germination est également influencée par des caractéristiques propres à la graine : son âge, la présence d'inhibiteurs ou encore de téguments plus ou moins perméables à l'eau et aux gaz. Ces éléments intrinsèques confèrent aux graines une inaptitude temporaire à la germination

ou dormance, liée aux caractéristiques de l'embryon (dormance endogène), ou à des caractéristiques structurelles : téguments, endosperme, barrières du fruit, qui rendent la graine imperméable (dormance exogène) (Smith & Linington 1997a, Baskin & Baskin 1998). Généralement, ces dormances peuvent être levées en soumettant la graine à une période plus ou moins longue de chaud ou de froid humide (stratification), à une dégradation (scarification) ou à un lessivage (trempage, bains) du tégument, à un activateur de croissance (acide gibbéréllique) ou à une hydratation en présence de KNO_3 (Atwater 1980). Certaines dormances, dites photolabiles, sont levées en présence de lumière. La combinaison ou l'alternance de ces facteurs peut également contribuer au succès de la germination.

Afin d'être en mesure de rechercher les conditions optimales de levée de dormance et de germination, le Conservatoire s'est doté d'équipements techniques adaptés aux divers cas rencontrés.

Concernant l'effet de la lumière, Baskin & Baskin (1998) préconisent l'utilisation de tubes fluorescents à lumière blanche et froide qui émet dans la longueur d'onde rouge (660 nm), plutôt que des lampes à incandescence. L'International Seed Testing Association (1985) recommande l'installation de tubes qui éclairent à une intensité de 750 à 1250 lux. Le Conservatoire utilise une enceinte photo/thermo-régulée munie de 8 tubes fluorescents, émettant entre 400 et 720 nm, installés sur 4 niveaux où photopériode et thermopériode sont programmables. Ce matériel a notamment permis la germination de *Armeria pubinervis*, *Lilium pyrenaicum*, *Lysimachia ephemera*, *Peucedanum scottii*...

Pour la stratification des graines (pratiquée notamment sur *Androsace cylindrica* subsp. *hirtella*) et la recherche de la température optimale de germination le Conservatoire dispose de 4 étuves de 180 litres chacune, où la température peut être programmée de 4°C à 40°C. Plusieurs appareils électriques (lampes, agitateur magnétique...) peuvent être branchés à l'intérieur de chaque étuve.

La scarification de certaines graines est pratiquée au moyen de scalpel, aiguille, papier de verre (efficace sur *Cirsium carniolicum* subsp. *rufescens*, *Echinopartum horridum*, *Erodium manescavii*, *Saponaria bellidifolia*) ou acide sulfurique (H_2SO_4) selon les préconisations bibliographiques et/ou le type de graine.

L'utilisation d'acide gibbéréllique (pour *Androsace ciliata*, *A. pyrenaica*, *Bor-derea pyrenaica*, *Iberis bernardiana* ou encore *Saponaria bellidifolia*) ou de KNO_3 peut également s'avérer nécessaire pour induire la germination. Les données de la bibliographie informent clairement de leurs effets sur les graines de taxons à tester.

Les tests de germination sont pratiqués sur graines fraîches (non déshydratées) en priorité, puis tous les 5 ans sur des graines conservées au froid, afin d'évaluer leur viabilité en conservation. Des changements physiologiques pouvant s'opérer dans la graine au cours de la conservation (Baskin & Baskin 1998),

il est alors nécessaire de procéder à de nouveaux essais de traitement et de conditions environnementales.

Afin d'améliorer les connaissances sur ces espèces protégées, une serre et un jardin conservatoire ont été installés. Les plantules issues des essais de germination sont repiquées en serre où elles se développent avant d'être replantées au jardin conservatoire.

La serre de 70 m² a été construite en 2003. L'aération, l'éclairage, la température et l'arrosage sont contrôlés par des automates. Les substrats de repiquage et de rempotage sont réalisés de façon à être les plus proches possibles de l'habitat d'origine des plantes. Dans le jardin conservatoire de 2000 m², différents milieux ont été aménagés (tourbière, zone humide, milieu calcaire, falaise...). Ce jardin est un espace d'observations et d'études des végétaux transplantés, il se visite sur demande.

Les relations entre les activités et les outils de la banque de semences sont résumées sur la figure 2.

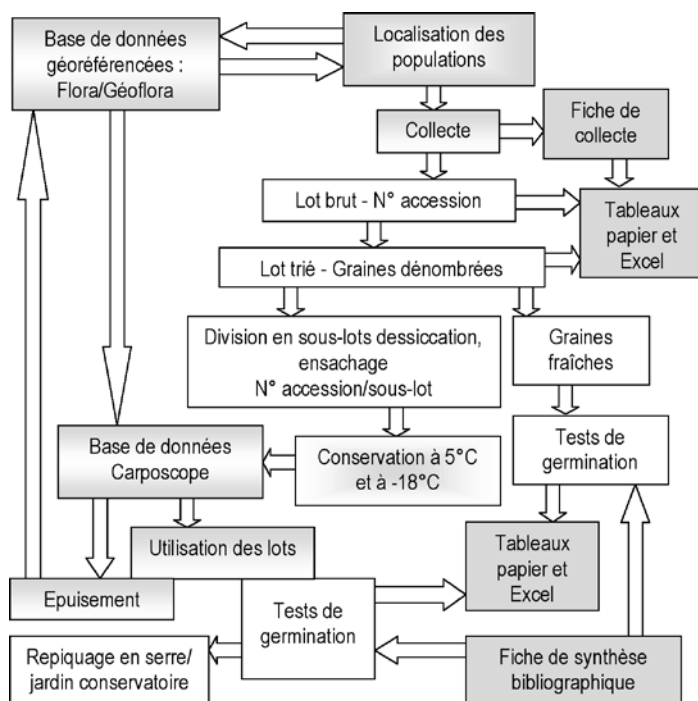


FIGURE 2. Organigramme des relations entre les activités et les outils de la banque de semences.

Un exemple de conservation ex situ : le cas de la Scrofulaire des Pyrénées

La Scrofulaire des Pyrénées (*Scrophularia pyrenaica* Benth.), de la famille des scrofulariacées, est une plante endémique des Pyrénées qui bénéficie d'une protection nationale. Elle pousse sur milieux calcaires, principalement dans les abris sous roche, dans les entrées de grottes ou en pied de falaise servant de refuge aux animaux.

Plus de 80 stations ont été observées essentiellement en Hautes-Pyrénées et en Haute-Garonne. Les populations du versant nord pyrénéen sont ainsi cartographiées et un plan d'échantillonnage est préparé pour la collecte (fig. 3). 14 lots de semences, correspondant à un échantillonnage représentatif des populations de ce secteur, ont été collectés entre 2001 et 2003 et ont été placés en conservation. Afin de déterminer les taux de germination, des tests ont été réalisés.

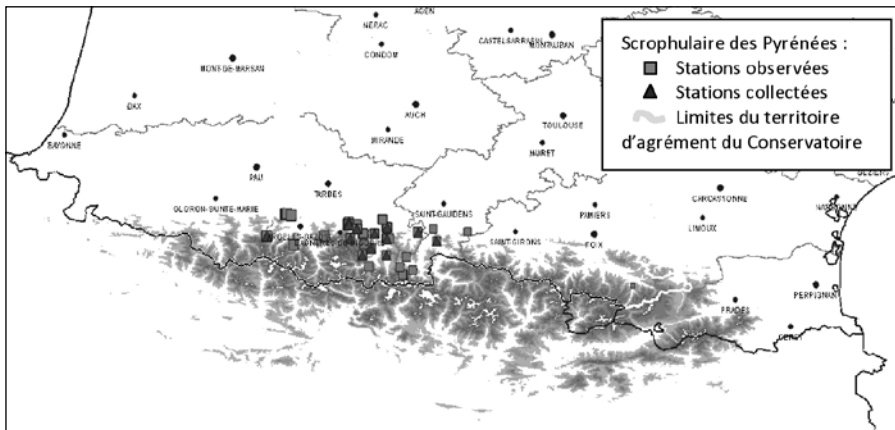


FIGURE 3. Cartographie des stations observées et collectées de *Scrophularia pyrenaica* sur le versant nord des Pyrénées.

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Selon la classification établie par Atwater (1980) sur la base de critères morphologiques de la graine, les semences des scrofulariacées sont endospermiques avec un embryon linéaire réduit en position axillaire. Ce type de graine, dont la taille dépasse rarement 1mm, possède une enveloppe tégumentaire fine et fragile rendue perméable par une exposition à la lumière. En effet, en agissant au niveau du phytochrome, la longueur d'onde rouge (660 nm) modifie la perméabilité membranaire des graines (Atwater 1980).

Les graines de scrofulariacées germent relativement rapidement selon l'intensité et la durée d'illumination. Ainsi, une exposition d'environ 70 heures

sous éclairage émettant dans le rouge (en continu ou par alternance de 12 heures) peut activer le processus de germination (Ellis *et al.* 1985). De même, une période d'exposition au froid (5°C) de 2 à 4 semaines constitue un prétraitement classique. Enfin, un apport de KNO_3 (à 0,2%) et/ou d'acide gibbérellique (entre 120 et 400 ppm) peut également aider à la germination (Ellis *et al.* 1985).

MATÉRIEL ET MÉTHODE POUR LA RÉALISATION DES TESTS DE GERMINATION

Afin de mettre au point le protocole de germination, un ensemble de tests a été effectué sur des graines placées en conservation à -18°C depuis 2 mois. Elles sont toutes issues de la même population (lot 2001048 – Grotte de Eup - 65) et de la même collecte. Les graines (20 par boîte ; 2 répétitions) sont déposées dans des boîtes de Pétri sur deux couches de papier filtre, humidifié par 2ml d'eau déminéralisée, et soumises à 4 modalités expérimentales, en présence de lumière (10 heures de jours et 14 heures d'obscurité) ou à l'obscurité :

- sans traitement (témoin) ;
- 2 ml de solution de KNO_3 à 0,2% ;
- stratification à 5°C pendant 2 semaines ;
- stratification à 5°C pendant 4 semaines.

RÉSULTATS

La lecture des résultats de germination est faite une à deux fois par semaine. G_{\max} exprime le pourcentage maximum de germination obtenu et t_{50} le nombre de jours nécessaire pour obtenir $G_{\max}/2$ de germination.

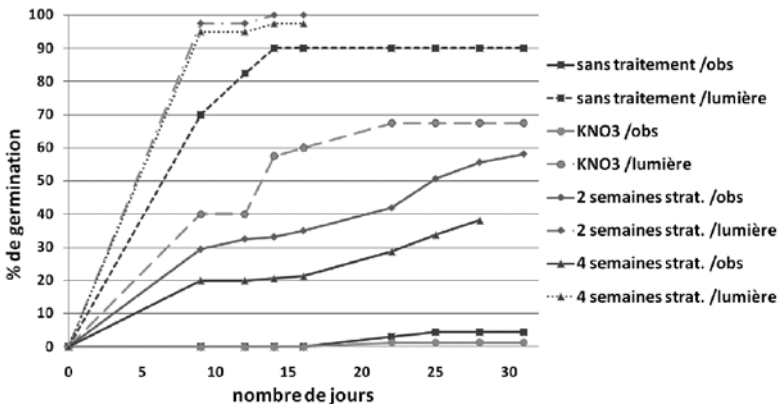


FIGURE 4. Courbes de germination obtenues pour des graines de *Scrophularia pyrenaica* conservées à -18 °C depuis 2 mois, selon différents traitements.

Le suivi des tests de germination s'est déroulé sur un peu plus d'un mois (33 jours). Les résultats obtenus dans les différentes conditions expérimentales sont présentés sur la figure 4.

A l'obscurité, le pourcentage maximum de germination en condition témoin sans traitement est de 5%. L'addition de KNO_3 n'apporte aucune amélioration ; une stratification de 2 ou 4 semaines améliore de façon significative la germination. G_{max} reste cependant toujours inférieur à 60% quel que soit le traitement ;

En photopériode, G_{max} varie entre 68% et 100% selon les traitements. L'apport de KNO_3 est défavorable à la germination ($G_{\text{max}}=68\%$ vs 90% pour le témoin). Un traitement préalable au froid humide de 2 à 4 semaines permet d'obtenir jusqu'à 100% de germination. La vitesse de germination est relativement élevée puisque $t_{50}=4$ jours pour ces deux modalités. Le taux de germination obtenu sans traitement est aussi élevé : 90% en 14 jours avec $t_{50}=6$ jours. La différence entre ces trois modalités n'est pas significative.

DISCUSSION

Nos résultats mettent en évidence que les graines de *Scrophularia pyrenaica* présentent une photosensibilité positive, comme c'est le cas général chez les scrophulariacées (Atwater 1980, Ellis 1985). Le spectre lumineux émis par les tubes fluorescents inclut les longueurs d'onde rouge clair (maximum d'effet à 660 nm) qui sont captées par le phytochrome de l'embryon, lui permettant de surmonter l'inhibition tégumentaire. Des longueurs d'onde supérieures à 720 nm pourraient entraîner la réversion de ce phénomène, ce qui n'est pas le cas dans les conditions techniques mises en œuvre. Les graines germent rapidement ($t_{50} = 4$ jours) ce qui permet de limiter les risques de contaminations bactériennes et/ou fongiques.

Conclusion

Le Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées dispose d'équipements performants pour conserver des graines en conditions optimales. Depuis la création de sa banque de graines en 2001, il a acquis un savoir-faire permettant de mettre au point des protocoles de contrôle de la viabilité des graines et de maîtriser la germination de nombreuses espèces en conservation.

Une collaboration avec les structures de connaissance et de conservation de la flore pyrénéenne travaillant sur l'ensemble de la chaîne pyrénéenne permettrait d'assurer une meilleure cohérence des actions de conservation *ex situ* des taxons pyrénéens, par un échantillonnage plus complet de leur diversité génétique.

Bibliographie

- ATWATER, B. R. 1980. Germination, dormancy and morphology of seeds of herbaceous ornamental plants. *Seed Sci. & Technol.* 8: 523-573.
- BACCHETTA, G., FENU G., MATTANA E., PIOTTO B. & VIREVAIRE, M. 2007. *Manuel pour la récolte, l'étude, la conservation et la gestion ex situ du matériel végétal* : traduction de *Manuale per la raccolta, studio, conservazione e gestione ex situ del germoplasma*. Traduction de Boillot, F., Chambige C., Mathez J. & Virevaire M. Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles, Porquerolles.
- BASKIN, C. C. & BASKIN, J. M. 1998. *Seeds. Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press, San Diego.
- BROWN, A. H. D. & BRIGGS, J. D. 1991. Sampling strategies for genetic variation in ex situ collections of endangered plant species. In: FALK D. A. & HOLSINGER, K. E. (eds.), *Genetics and conservation of rare plants*. Oxford University Press, New York.
- CROMARTY, A. S., ELLIS R. H. & ROBERTS, E. H. 1990. The design of seed storage facilities for genetic conservation. *Handbooks for Genebanks, No. 1*. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.
- ELLIS, R. H., HONG T. D. & ROBERTS E. H. 1985. Volume 1. Principles and methodology. *Handbook of seed technology for genebanks, No. 2*. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.
- ELLIS, R. H., HONG T. D. & ROBERTS E. H. 1985. Volume 2. Compendium of specific germination information and test recommendation. *Handbook of seed technology for genebanks, No. 3*. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.
- International Seed Testing Association. 1985. International rules for seed testing. Annexes 1985. *Seed Sci. Technol.* 13: 356-513.
- PRENDERGAST, H. D. V., LININGTON S. & SMITH, R. D. 1992. The Kew Seed Bank and the collection, storage and utilization of arid and semi-arid zone grasses. In: Chapman G.P. (eds.), *Desertified grasslands : their biology and management* : 235-250. Academic Press, London.
- SMITH, R. D. 1985. Seed banks : a useful tool in conservative plant evaluation and exploitation. In: WICKENS G.E., GOODIN, J.R. & FIELD, D.V. (eds.), *Plants for arid lands* : 322-331. Allen & Unwin, London.
- SMITH, R. D. & LININGTON, S. 1997a. The management of the Kew Seed Bank for the conservation of arid land and U.K. wild species. *Bocconea* 7: 273-280.
- SMITH, R. D. & LININGTON, S. 1997b. The Millennium Seed Bank Project. In: Shibata T. & Etoh, T. (eds.), *Proceedings of International Workshop on Ultra-Long-Term Cryogenic Preservation Network of Biological and Environmental Specimens* : 199-206. Osaka.

Implicaciones de la viabilidad y germinación de semillas en la conservación de *Aster pyrenaicus* Desf. ex DC. (*Asteraceae*)

Ana Isabel García Torrico^{1*}, Borja Jiménez-Alfaro¹
& Eduardo Fernández Pascual¹

.....

ABSTRACT

Implications of viability and germination on the conservation of *Aster pyrenaicus* Desf. ex DC. (*Asteraceae*)

In this study we analyze the importance of seed germinability in the conservation of *Aster pyrenaicus*, a high priority species of Spain and France. In 2009 we collected fresh seeds in Bulnes (Cordillera Cantábrica) and performed germination tests in conditions of light (photoperiod 12/12 h, constant temperatures of 15, 20, 25 and 30 °C, alternate temperatures of 25/15 °C) and darkness (20 and 25/15 °C). The optimal conditions for germination were then used to analyze the effect of cold stratification (4 weeks at 5 °C). The seeds germinated better in light than in darkness, with a maximum germination rate (> 95%) at 20 °C after both fresh and stratified treatments. In optimal conditions, stratified seeds showed not significant differences with regard to the fresh seeds. The high rates of contaminated seeds during germination and their limited viability suggest the need for a higher effort in refining seed collection and conservation in germplasm banks.

Key words: germination test, seed banks, plant conservation

RESUMEN

En este trabajo se analiza la importancia de la germinabilidad de semillas en la conservación de *Aster pyrenaicus*, especie prioritaria en España y Francia. En el año 2009 recolectamos frutos frescos en la población de Bulnes (Cordillera Cantábrica), realizando pruebas de germinación en condiciones de luz (fotoperiodo 12/12 h a temperaturas constantes a 15, 20, 25 y 30 °C y a temperatura alterna a 25/15 °C) y de oscuridad (a 20 y 25/15 °C). Las condiciones óptimas de germinación se utilizaron para analizar el efecto de una estratificación fría (4 semanas a 5 °C). Los frutos germinaron mejor en luz que en oscuridad, con altas tasas de germinación (> 95%) a 20 °C, tanto en frutos frescos como estratificados. En condiciones óptimas, los frutos sometidos a estratificación no mostraron diferencias significativas respecto a los frescos. Las elevadas tasas de frutos contaminados durante las pruebas de germinación y su reducida viabilidad sugieren la necesidad de un mayor esfuerzo para mejorar la recolección de éstos y su conservación en bancos de germoplasma.

Palabras clave: test de germinación, banco de semillas, conservación vegetal

1. Jardín Botánico Atlántico, INDUROT, Universidad de Oviedo. Av. del Jardín Botánico 2260, E-33394 Gijón

*anaigt@indurot.uniovi.es

Introducción

Aster pyrenaicus, la estrella de los Pirineos, es una planta endémica de los Pirineos franceses y de la Cordillera Cantábrica, de especial interés para la conservación en España y Francia. Es una planta herbácea perenne con tallos de hasta 90 cm, que se encuentra habitualmente en orlas de bosque, a altitudes entre 300 y 900 metros. Su desarrollo comienza en mayo y la floración ocurre entre agosto y septiembre. Cada pie florido produce entre 3 y 6 capítulos terminales de 5 cm de diámetro que pueden presentarse solitarios o en grupos. El fruto, que se desarrolla entre septiembre y octubre, es una cipsela rematada en vilano de pelos desiguales.

En España, *A. pyrenaicus* se considera amenazada bajo la categoría Vulnerable en la Lista Roja de la Flora Vascular Española (Moreno 2008). Las principales amenazas sobre la especie se basan en la alteración y desaparición de su hábitat (Jiménez-Alfaro et al. 2004) por lo que las estrategias de conservación de la especie incluyen la preservación de sus semillas (en realidad, del fruto completo) en bancos de germoplasma. La principal ventaja de la conservación *ex situ* es que el material recolectado durante varios años puede ser utilizado en el futuro para su reintroducción en el hábitat natural, el análisis sobre la biología de la especie u otras actividades relacionadas (Guerrant et al. 2004). Para ello es necesario evaluar la germinabilidad (*sensu* Black et al. 2008) de los frutos recolectados y su capacidad para conservarlos a largo plazo.

El principal objetivo de este trabajo es caracterizar el potencial germinativo de la principal población cantábrica de *A. pyrenaicus*. Para ello analizamos la germinabilidad de sus semillas en función de (i) su respuesta a diferentes temperaturas, (ii) presencia/ausencia de luz, y (iii) resistencia a un periodo de alta humedad y frío.

Material y métodos

RECOLECCIÓN

Se utilizaron frutos recolectados en el año 2009 en la principal población de *A. pyrenaicus* de la Cordillera Cantábrica (Bulnes, España), durante el momento de máxima fructificación, y realizando un muestreo regular a lo largo del área de ocupación de la población (recogiendo un único capítulo por individuo). En el mismo día de recolección, los frutos se llevaron al laboratorio, donde fueron sometidos a un proceso de postmaduración durante los 15 días siguientes, en un lugar aireado y relativamente seco (25 °C, 30% de humedad relativa). Posteriormente se limpiaron eliminando restos vegetales y otras impurezas, y se sometieron a un proceso de desecado a 15% HR en una cámara estanca. Una parte de los frutos se utilizaron para realizar los ensayos de germinación, mientras que el resto se almacenaron en tubos de ensayo con gel de sílice (3% HR) y a una temperatura de -13 °C, con el fin de conservarlos durante un largo tiempo.

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA

Los frutos se clasificaron en tres grupos morfológicos (fig. 1): (i) frutos de mayor tamaño y oscuros, obovoides ligeramente comprimidos, eran rígidos, y parecían contener cada uno una semilla con embrión viable; (ii) frutos de mayor tamaño (tamaño semejante al anterior grupo), y con características similares a los anteriores pero que presentaban una coloración clara; (iii) frutos de menor tamaño, cilíndricos/subcilíndricos, algo comprimidos, pudiendo plegarse fácilmente y que se consideraron claramente no viables por la ausencia de embrión o endospermo en su semilla. Esta clasificación coincide con las observaciones de García (2004) en la caracterización de frutos procedentes de las poblaciones francesas de la especie.

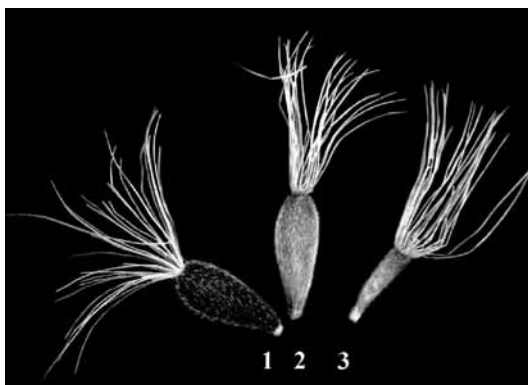


FIGURA 1. Caracterización morfológica de los frutos de *Aster pyrenaicus*: tamaño normal y color oscuro (1), tamaño normal y color claro (2), pequeña y no viable (3).

PRUEBAS DE GERMINACIÓN

Los frutos se sembraron en placas de Petri (90 mm de diámetro) con medio que contenía agar 1% (p/v) en agua destilada. Siempre se utilizaron 4 placas a modo de réplica con 25 frutos cada una, y se sellaron con parafilm para evitar contaminación externa y desecación. Antes de cada siembra, los frutos se sumergieron en hipoclorito de sodio (40 g/L cloro activo) a una concentración del 20% durante 5 minutos para evitar el rápido crecimiento de hongos, ya que la especie tiene alta susceptibilidad a este tipo de contaminación. Una vez lavados con agua destilada y sembrados en placas, se revisaba la germinación de sus propias semillas tres veces a la semana (lunes, miércoles y viernes), eliminando aquellas que habían germinado. Se consideró como criterio de germinación la emergencia de una radícula ≥ 1 mm. La germinación en todos los ensayos se realizaba en cámaras para tal fin programadas con un fotoperiodo de 12 horas de luz y 12 de oscuridad, y una radiación aproximada de 40 micromoles \cdot m $^{-2}$ \cdot s $^{-1}$. Se consideraba finalizado el ensayo una semana después de la última germinación.

En ese momento se realizaba la prueba de corte, que consistía en cortar con un escalpelo los frutos que quedaban sin germinar en la placa para observar el estado de la semilla de cada uno de ellos. Las semillas se clasificaban como normal, contaminada o vacía (Gosling *et al.* 2003). A partir de estos datos, se corregía el dato de germinación respecto a la viabilidad (Germinación total = Germinadas / Germinadas + Normales). De este modo, semillas Germinadas + Normales se consideraron como Viables, mientras que las semillas Contaminadas y Vacías tras la prueba de corte se consideraron No Viables.

DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS DE DATOS

Mediante una prueba ANOVA se evaluó la existencia de diferencias significativas en la longitud y anchura de los grupos morfológicos definidos, tomando para ello una muestra aleatoria de 10 frutos de cada grupo a modo de réplica.

Se evaluó la respuesta germinativa en condiciones de luz (fotoperiodo 12/12h a temperaturas constantes de 15, 20, 25 y 30 °C y temperatura alterna de 25/15 °C), y oscuridad (20 y 25/15 °C). Además, se analizó el efecto de una estratificación fría y húmeda (4 semanas a 5 °C previo al ensayo de germinación).

Para determinar si las diferencias entre los diferentes tratamientos eran estadísticamente significativas, se ajustaron modelos lineales generalizados (GLM) con distribución de error binomial y la función de enlace logit. Para ello, los tratamientos experimentales actuaban como predictores y el número de frutos germinados en cada tratamiento como variable respuesta.

Resultados

Los tres grupos morfológicos presentaron diferencias significativas en cuanto a su longitud y anchura (ANOVA; $p < 0,05$). El grupo más numeroso fue el de frutos de menor tamaño y no viables (44,01%), seguido del grupo de frutos de mayor tamaño y oscuros (33,39%) y del de frutos de mayor tamaño y claros (22,60%). En cuanto a su capacidad germinativa, se observó una enorme diferencia entre las de mayor tamaño y las más pequeñas (tabla 1). Dentro del grupo de las semillas de tamaño normal la germinación fue semejante ($p = 0,698$), pero resultaron significativamente más viables el grupo de semillas oscuras que el de claras ($p = 0,020$).

TABLA 1. Datos de germinación y viabilidad para las tres morfologías de las semillas de *A. pyrenaicus*.

Morfología	Viables	Contaminadas	Vacías	Germinación Total
Normal y oscura	36 ± 4	53 ± 3	11 ± 5	96 ± 4
Normal y clara	21 ± 3	42 ± 3	37 ± 4	96 ± 4
Pequeña	0 ± 0	1 ± 1	99 ± 1	0 ± 0

Los frutos germinaron mejor en condiciones de luz que en oscuridad (fig. 2a) para las dos temperaturas testadas. La temperatura óptima de germinación fue de 20 °C (fig. 2b), mostrando diferencias significativas respecto al resto de temperaturas ($p < 0,001$) excepto a 25/15 °C ($p = 0,196$). El número medio de frutos no viables fue del 44,4%, de las cuales un 25,7% se identificaron como frutos contaminados y un 18,7% como vacíos.

La estratificación fría aumentó la velocidad de germinación tanto a 20 °C (fig. 3) como a 15 °C. Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas en la viabilidad de los frutos en ambos tratamientos ($p = 0,5711$ para 20 °C; $p = 0,392$ para 15 °C).

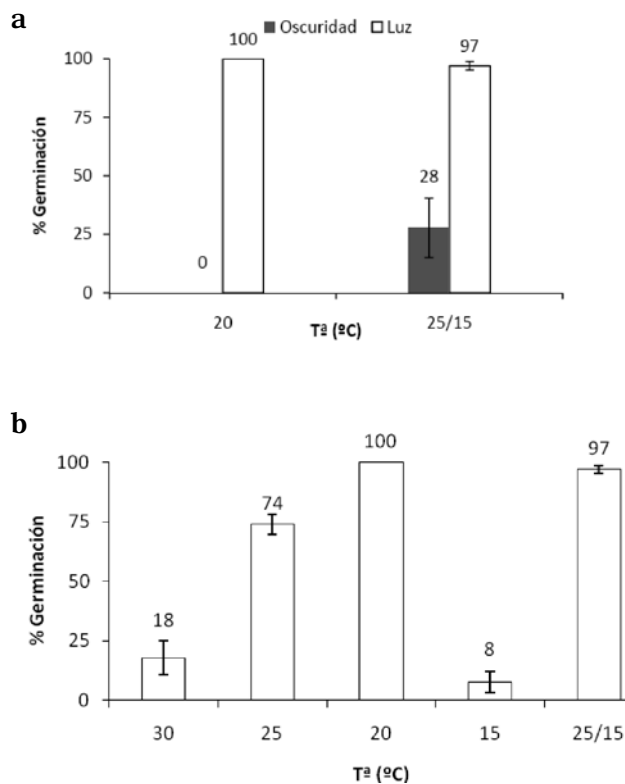


FIGURA 2. Resultados en germinación de *Aster pyrenaicus* para comparar la respuesta a los tratamientos de luz y oscuridad (a), y la respuestas a las temperaturas constantes 30, 25, 20 y 15 °C y a la temperatura alterna 25/15°C (b).

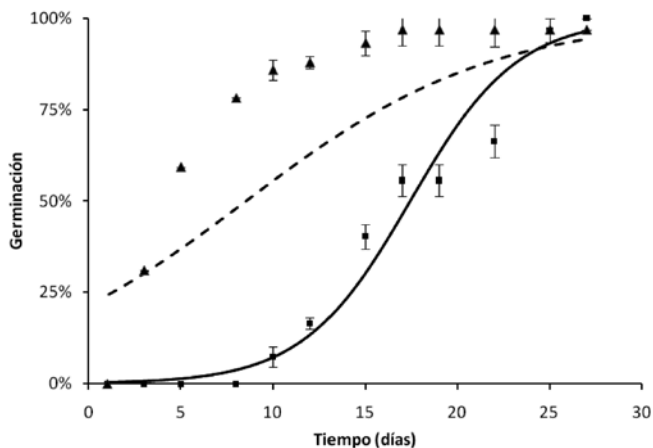


FIGURA 3. Resultados de germinación de semillas de *Aster pyrenaicus* frescas (línea continua) y estratificadas (línea discontinua) a 20 °C; estas líneas representan la función logística ajustada por el modelo GLM. Los puntos cuadrados representan la germinación media \pm SE de cuatro placas para las semillas frescas, y los triangulares para las estratificadas.

Discusión

Los ensayos de germinación realizados en la población de *Aster pyrenaicus* indican que las condiciones óptimas de germinación requieren condiciones de luz con fotoperiodo 12 horas de luz y 12 de oscuridad, a una temperatura media de 20°C independientemente del termoperiodo. Estos requerimientos se asemejan a las condiciones ambientales que los frutos encuentran en el momento de su dispersión, lo que concuerda con el carácter oportunista de la especie. Sin embargo, los estudios realizados en las poblaciones pirenaicas (Cambecèdes & Largier 2006) sugieren que las condiciones óptimas para su germinación requieren oscuridad y temperaturas más bajas. Considerando que hay ciertas características ecológicas de las poblaciones francesas y españolas que parecen diferenciar el hábitat natural de las mismas (Jiménez-Alfaro *et al.* 2005) es posible que estas diferencias se deban a una adaptación ecofisiológica relacionada con la adaptación local al hábitat (Pérez-García *et al.* 1995). Sin embargo, para confirmar esta hipótesis sería necesario realizar un estudio comparado de germinabilidad en las poblaciones cantábricas y pirenaicas, considerando además una posible relación con la variabilidad genética de la especie.

Aunque en un inicio era esperable que el paso por una fase de alta humedad afectase negativamente a la viabilidad de sus semillas, debido a la prolifera-

ción de hongos, se comprobó que un periodo de estratificación fría y húmeda no afecta en absoluto a su viabilidad, acelerando notablemente la velocidad de germinación. A este efecto se suma un aumento de la ventana de germinación después de la estratificación, como posible mecanismo que favorece la germinación en un rango de condiciones ambientales más amplio. En condiciones naturales, esta respuesta implicaría que una vez dispersados, los frutos que no pudieron germinar durante el otoño lo harían en cualquier momento del final del invierno o primavera, como respuesta esperable de una especie que no forma bancos de semillas del suelo permanentes. Sin embargo, el elevado número de semillas reconocidas como no viables, junto con las elevadas tasas de contaminación en laboratorio, sugieren que el porcentaje de frutos finalmente disponibles para el reclutamiento demográfico de la población es muy escaso.

En conclusión, los resultados de este estudio indican que los esfuerzos de recolección y conservación *ex situ* de frutos de *A. pyrenaicus* requieren de una mayor dedicación que la inicialmente esperada, considerando el reducido número de frutos potencialmente útiles para su utilización. Una vez recolectadas y adecuadamente conservadas, la germinación de las semillas no ofrece especial dificultad, debido a la ausencia de cualquier tipo de dormición.

Agradecimientos

El presente estudio recibió financiación de la Fundación Biodiversidad a través del proyecto “Conservación *ex situ* de plantas amenazadas de máxima prioridad en el norte peninsular: *Aster pyrenaicus* y *Centaureium somedanum*”. También nos gustaría agradecer el apoyo del Parque Nacional Picos de Europa.

Bibliografía

- BLACK, M., BEWLEY, J. D. & HALMER, P. (eds). 2006. *The Encyclopedia of Seeds. Science, Technology and Uses*. CABI Publishing, Wallingford, UK. 828 pp.
- CAMBECEDES J. & LARGIER G. 2006. *Plan de restauration nacional de l'Aster des Pyrénées (Aster pyrenaicus DC.). Recueil des connaissances*. Conservatoire botanique pyrénéen. 89 pp.
- GARCÍA, J. 2004. *Contribution à l'étude de la biologie de la reproduction de l'Aster des Pyrénées: pollinisations expérimentales au sein d'une population cultivée au Conservatoire botanique pyrénéen*. Rapport d'étude, 13pp.
- GOSLING P. G., 2003. Viability testing. In: Smith RD, Dickie J.B., Linington S.H., Pritchard H.W. & Probert R.J. (eds), *Seed Conservation: turning science into practice*: 447-481. The Royal Botanic Gardens, Kew. The Cromwell Press Ltd., London
- GUERRANT E. O., HAVENS K. & MAUNDER M. (eds.). 2004. *Ex situ plant conservation: supporting species survival in the wild*. Island Press, Washington DC. 504 pp.
- JIMÉNEZ-ALFARO, B., BUENO SÁNCHEZ, A., FERNÁNDEZ PRIETO, J. A. & ALONSO FELPETE, I. 2004. *Aster pyrenaicus* DC. In: Bañares Á., Blanca G., Güemes J., Moreno J.C. & Ortiz S. (eds.), *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Madrid. 1069 pp.

- JIMÉNEZ-ALFARO B., BUENO S. A. & FERNÁNDEZ PRIETO J.A. 2005. Ecología y hábitat potencial de las poblaciones cantábricas de *Aster pyrenaicus* D.C. (Asteraceae). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse* 141(2): 203-208.
- MORENO, J.C., (coord.) 2008. *Lista Roja 2008 de la flora vascular española*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, y Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas, Madrid. 86 pp.
- PÉREZ GARCÍA, F., IRIONDO J. M., GONZÁLEZ BENITO M. E., CARNES L. F., TAPIA J., PRIETO C., PLAZA R. & PÉREZ C. 1995. Germination studies in endemic plant species of the Iberian Peninsula. *Israel Journal of Plant Sciences* 43: 239-247.

Prospección de poblaciones de macrófitos acuáticos amenazados en alta montaña: el ejemplo de *Potamogeton praelongus* Wulfen

Daniel Goñi Martínez¹, José Luis Benito Alonso²
& Ana Isabel Acín Pérez²

.....

ABSTRACT

Prospecting threatened aquatic macrophyte populations at high altitude: the example of *Potamogeton praelongus* Wulfen

The white-stem pondweed, *Potamogeton praelongus*, is a submerged macrophyte classified as “critically endangered”, from which so far only two populations were known in Spain in two lakes in the Pyrenees. The surveying of populations of threatened flora posed a number of methodological difficulties in this species: the requirement of diving equipment to be transported to a high mountain area; the movement within the muddy waters of the lakes that prevent observations; these taxa are identified with difficulty; the inability to mark plots; the differentiation of individuals is difficult or almost impossible; standard methods for sampling macrophytes are destructive and could not be applied because it is an endangered species. In this paper we show the sampling scheme used to solve these difficulties.

Key words: endangered flora, aquatic plants, census, lakes, Pyrenees

RESUMEN

La espiga de agua *Potamogeton praelongus* es un macrófito acuático catalogado como especie «críticamente amenazada», del que sólo se conocían dos poblaciones en España en sendos lagos del Pirineo. La realización del estudio básico para poblaciones de flora amenazada planteaba en esta especie una serie de dificultades metodológicas: necesidad de utilizar equipo de buceo y transportarlo en una zona de alta montaña; el movimiento en el interior de los lagos enturbia el agua e impide las observaciones; determinación dificultosa de los taxones; imposibilidad de marcar parcelas; la diferenciación de los individuos es complicada o casi imposible; los métodos estándares de muestreo de macrófitos, destructivos, no se podían aplicar por tratarse de una especie amenazada. En esta comunicación mostramos el sistema de muestreo usado para solucionar estas dificultades.

Palabras clave: flora amenazada, plantas acuáticas, censos, lagos, Pirineo

1. Larre Consultores, S.C.P., Jaca (Huesca). dani.larre@telefonica.net
2. Jolube Consultoría Ambiental, Jaca (Huesca), jolube@jolube.net

Introducción

La espiga de agua *Potamogeton praelongus* Wulfen, es un macrófito acuático del que hasta el momento sólo se conocían dos localidades en España (Montserrat Martí, 1981; Gacia et al., 1994), situadas ambas en lagos de alta montaña del Pirineo sobre sustrato calizo: el Ibón de Piedrafita (Huesca) y el Estany Pudo (Lérida). Por ello ha sido incluida en la *Lista Roja de la Flora Vasculare Española* como «críticamente amenazada» -CR A3cd; B1ab(iii)+2ab(iii)- (Moreno Saiz 2008), tal como propusimos (Benito et al., 2008). En 2009 se encargó a uno de nosotros (DG), la realización de los estudios de campo de esta especie para ampliar la información sobre el estado de conservación de la planta, dentro del proyecto de Atlas de Flora Amenazada de España -AFA4- (Bañares et al. 2003).

Tras la elaboración de la ficha preliminar, donde recopilamos la bibliografía y pliegos de herbario existentes sobre las poblaciones de *Potamogeton praelongus* en España, diseñamos una campaña de trabajo de campo para añadir información sobre el estado de conservación de esta especie en el Pirineo, donde se localizan todas las poblaciones españolas (e ibéricas). Debido a los condicionantes presupuestarios y de plazos, y a que ya existía un buen trabajo previo en la población catalana, se decidió priorizar el muestreo del área de ocupación y densidad en la población del Ibón de Piedrafita y se realizó una prospección intensiva en el cercano ibón de Tramacastilla. Asimismo, se consideró necesario prospectar en profundidad el ibón de Plan (Gistaín, Pirineo Central), por ser un lago de alta montaña sin alteraciones antrópicas, con la altitud y sustrato geológico adecuado (calizo) y con citas de varias especies de macrófitos, entre ellas tres especies raras de *Potamogeton*.

Metodología

Las dificultades metodológicas para el estudio de esta planta son muchas: hay que acarrear equipo de buceo a lugares montañosos de difícil acceso; en el interior del agua los movimientos se hacen más lentos; falta la visibilidad en cuanto se remueve el fondo; la determinación de los taxones a veces es complicada; la imposibilidad de aplicar métodos de censo estándares; el tipo de crecimiento de la especie no permite saber dónde termina un individuo y dónde empieza otro; no es posible llevar a cabo muestreos destructivos, por tratarse de una especie amenazada. Aplicando en lo posible el manual de metodología de AFA (Albert et al. 2003), y dadas las particularidades de la especie, nuestro planteamiento metodológico fue el siguiente:

La prospección se realizó buceando con traje de neopreno y *snórkel*. Se cartografiaron los lagos prospectados realizando croquis en una pizarra subacuática y posteriormente se trasladaron a la ortofoto. De esta forma se han podido

medir las áreas de ocupación de las poblaciones. Además, se ha obtenido una valiosa información sobre la composición específica de las comunidades acuáticas y su distribución dentro de cada lago. También se utilizó la información de prospecciones subacuáticas realizadas fuera del ámbito del proyecto de AFA en un buen número de lagos del entorno (Cim-Jaca 2005, Bielsa *et al.* 2007, Benito Alonso 2009). Con ello, lo que se pretende es realizar un descarte de los lagos circundantes a los estudiados.

Para medir el tamaño poblacional tomamos como unidad discreta objeto de conteo la mancha de cada especie. Además de la superficie de las manchas, hemos optado por anotar las “ramas” reproductoras que existen en un cuadrado de 40 cm de lado como medida de la densidad. Para ubicar las parcelas de muestreo se optó por hacer transectos desde diferentes puntos de la orilla hacia el centro del lago y así cortar posibles gradientes ecológicos. Se fijaron estacas en puntos de la orilla, y se tomó para cada parcela muestreada la distancia a las dos estacas más cercanas, mediante sendas cintas métricas (Stewart & Wade 2005). Este tipo de muestreo se ha realizado solamente en el Ibón de Piedrafitá.

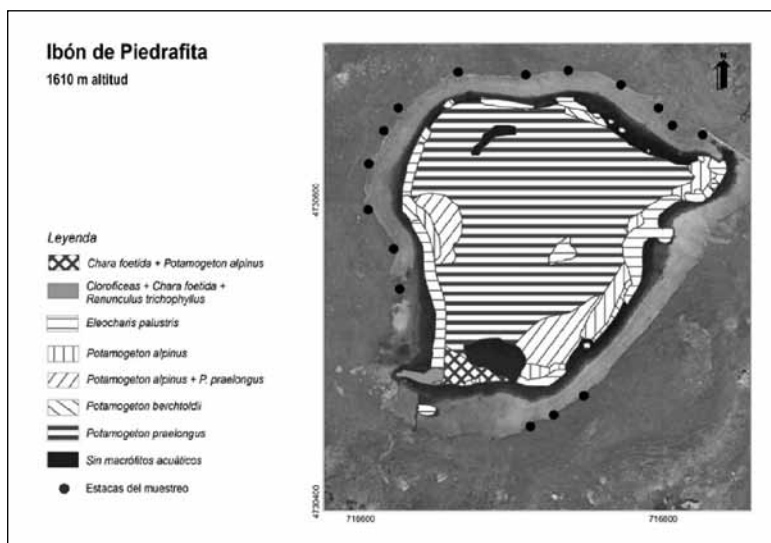


FIGURA 1. Mapa de fitocenosis acuáticas en el Ibón de Piedrafitá. 18 de agosto de 2009.

Resultados y discusión

El Estany Pudo es un lago de 4,82 Ha, de las cuales cerca del 60% (2,79 Ha) está ocupada por la comunidad dominada por *P. praelongus*. Se considera que la superficie ocupada por la planta es de unas 1,50 Ha. Además, tras dos prospecciones en este lago (1987 y 2005), se ha observado que *P. praelongus* tiende a monopolizar el espacio a costa de *P. alpinus* y *P. berchtoldii* (Benito Alonso et al. 2008). Además de este lago, en las cuencas circundantes del Pirineo catalán se habían muestreado 116 masas de agua, cuyo resultado fue la ausencia de *P. praelongus* (Gacia et al. 1994).

En el Ibón de Piedrafita la prospección se llevó a cabo el día 18 de agosto de 2009 (tabla 1). Se constató que hay cambios muy evidentes en el tamaño y disposición de las manchas de vegetación helófitas respecto a la prospección anterior de uno de nosotros (Benito Alonso et al. 2008). En una primera visión del lago desde fuera, ya se observó que las manchas de *Eleocharis palustris* se habían extendido mucho y había nuevas manchas en varios sitios (fig. 1). La estimación de superficies relativas ocupadas por *Potamogeton alpinus* y *P. praelongus* llevada a cabo en 2007 (Benito Alonso et al. 2008), la consideramos errónea, ya que se estimaron solamente pies vegetativos como los pertenecientes a *P. praelongus*, asignando todas las manchas con pies reproductores a *P. alpinus*.

En la unidad en la que se mezclan *Potamogeton alpinus* con *Potamogeton praelongus*, la proporción aproximada es del 50%, por lo que podemos asignar a *P. praelongus* una superficie en esta unidad de $2.023/2 \approx 1.010 \text{ m}^2$. Así pues, sumando esta superficie a la ocupada de forma monoespecífica por la especie, tenemos una superficie ocupada por *P. praelongus* de 18.892 m^2 . Debido a la baja resolución cartográfica del método utilizado, sería más correcto decir que el área de ocupación de *Potamogeton praelongus* en el Ibón de Piedrafita es de 1,88 Ha.

En la campaña de campo del proyecto AFA 2009, además del Ibón Piedrafita prospectamos los ibones de Tramacastilla (valle de Tena) y Basa de la Mora (valle de Chistau/Gistáin). Tras una búsqueda intensiva buceando los lagos hasta los 3-4 m de profundidad, en ninguno de ellos encontramos *Potamogeton praelongus* (tabla 2). En el embalse de Tramacastilla, más profundo y con peor visibilidad, quedó sin prospectar la parte central del lago (fig. 2), pero en las bajadas a 4 m solo se encontró, de forma dispersa, *P. berchtoldii*. En la Basa de la Mora, se prospectó todo el lago ya que el día de la visita no pasaba de 3 m de profundidad. Lo encontramos cubierto por macrófitos casi en su totalidad (fig. 3), con comunidades de varias especies de *Potamogeton* (*P. gramineus*, *P. perfoliatus*, *P. filiformis*) en muy buen estado de conservación.

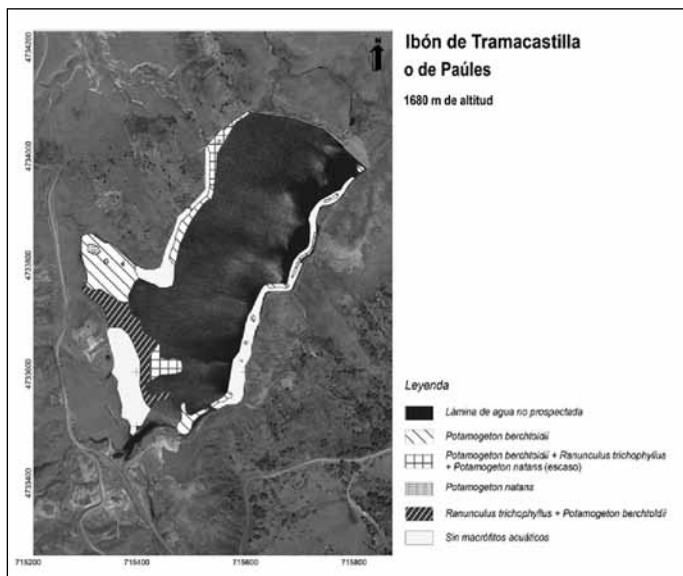


FIGURA 2. Mapa de fitocenosis acuáticas en el Ibón de Tramacastilla. 20 de agosto de 2009.

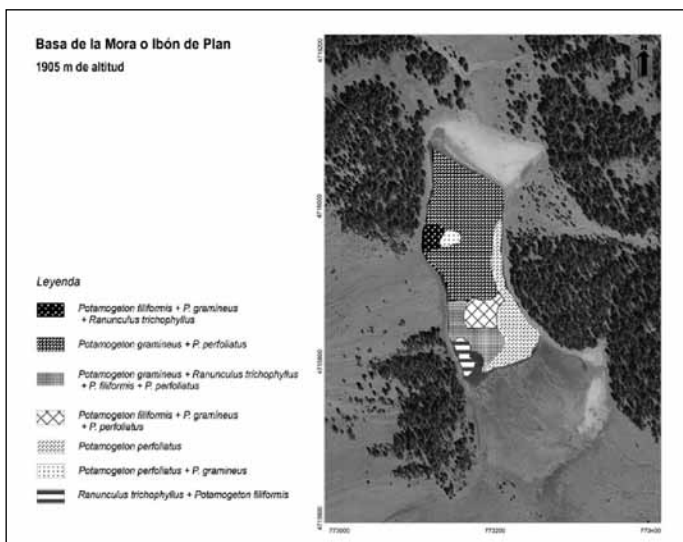


FIGURA 3. Mapa de fitocenosis acuáticas en la Basa de la Mora. 21 de agosto de 2009.

TABLA 1. Número de polígonos y superficie ocupada por las unidades de vegetación acuática prospectadas en el Ibón de Piedrafita (18 de agosto de 2009)

Unidad	Nº polígonos	Superficie (m ²)	Sup. media (m ²)
<i>Chara foetida</i> + <i>Potamogeton alpinus</i>	1	520	520
Clorofíceas + <i>Chara foetida</i> + <i>Ranunculus trichophyllus</i>	1	212	212
<i>Eleocharis palustris</i>	20	3167	158
<i>Potamogeton alpinus</i>	4	1040	260
<i>Potamogeton alpinus</i> + <i>P. praelongus</i>	2	2023	1012
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	7	593	85
<i>Potamogeton praelongus</i>	1	17.882	17.882
Sin macrófitos acuáticos	7	2206	315
Total general	43	27.643	643

Por otra parte, entre los años 2004 a 2008, el Club Inmersión y Montaña de Jaca (CIM Jaca), en colaboración con la Comarca del Alto Gállego y el Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC de Jaca, ha organizando la limpieza y exploración de 8 ibones del Pirineo occidental, casi siempre acercando material pesado con helicópteros (Cim-Jaca 2005, Bielsa *et al.* 2007). Entre las actividades que desarrolla este club deportivo, dos de los autores de este trabajo (JLB & AA), han realizado estudios ecológicos y botánicos y han prospectado otros lagos (Benito Alonso 2009), con lo cual podemos considerar que los ibones del entorno de Piedrafita (Pirineo occidental) están bien explorados, y se puede descartar la presencia en ellos de *Potamogeton praelongus* (tabla 2).

TABLA 2. Ibones del Pirineo aragonés prospectados botánicamente desde 2004 a 2010

Ibón/Lago	Coord. X	Coord. Y	Altitud (m)	Profundidad (m)	Año	Especies flora vascular	Autores
Anayet Superior	109.200	4.739.545	2227	4	2005	<i>Potamogeton alpinus</i> , <i>Ranunculus trichophyllus</i>	CIM
Anayet Inferior	709.300	4.739.900	2210	8	2005	<i>Ranunculus trichophyllus</i>	CIM
Arriel Inferior Pequeño	719.074	4.745.597	2145	¿?	2010	Sin flora vascular	JLB & AA*
Asnos	723.891	4.730.199	2060	6,8	2004	<i>Potamogeton x nitens</i> , <i>Sparganium angustifolium</i>	CIM
Azul Inferior	725.678	4.741.096	2365	25	2010	Sin flora vascular	JLB & AA*
Azul Superior	725.328	4.741.338	2405	¿?	2010	Sin flora vascular	JLB & AA*
Bernatuara	737.600	4.734.150	2275	23,5	2010	Sin flora vascular	JLB & AA

Ibón/Lago	Coord. X	Coord. Y	Altitud (m)	Profundi- dad (m)	Año	Especies flora vascular	Autores
Basa de la Mora o Ibón de Plan	280.500	4714.000	1905	2,4	2009	<i>Potamogeton filiformis</i> , <i>P. gramineus</i> , <i>P. perfoliatus</i> , <i>Ranunculus trichophyllus</i>	AFA4
Bucuesa	710.430	4.731.270	2130	2,7	2008	<i>Potamogeton berchtoldii</i> , <i>Ranunculus trichophyllus</i>	CIM
Catieras	729.373	4.733.693	2245	14,9	2007	<i>Potamogeton berchtoldii</i> , <i>P. gramineus</i>	CIM
Chelau del Balaitus	720.198	4.746.546	2406	¿?	2010	Sin flora vascular	JLB & AA*
Escalar (o de Las Ranas)	704.099	4.744.365	2080	4	2009	<i>Potamogeton alpinus</i> , <i>Sparganium angustifolium</i>	JLB
Escarra	716.260	4.735.756	1620	¿?	2009	<i>Sin flora vascular</i>	AFA4*
Estanés	697.008	4.741.647	1777	15	2009	<i>Groenlandia densa</i> , <i>Potamogeton alpinus</i> , <i>P. berchtoldii</i> , <i>P. filiformis</i>	JLB & AA*
Ibón Pequeño de Astún	704.600	4.743.875	2110	1	2009	<i>Ranunculus trichophyllus</i>	JLB
Iserías o Samán	705.435	4.735.762	2160	1,4	2007	<i>Equisetum hyemale</i> , <i>E. palustris</i> , <i>Ranunculus trichophyllus</i>	JLB & AA
Las Negras de Canal Roya	707.400	4.740.550	2085	2	2009	<i>Potamogeton alpinus</i> , <i>Sparganium angustifolium</i>	JLB
Lapazosa	740.100	4.733.150	2225	5	2009	<i>Potamogeton gramineus</i> , <i>P. praelongus</i>	JLB & AA
Ordicuso inferior	725.325	4.737.725	2095	2	2010	<i>Potamogeton gramineus</i> , <i>Sparganium angustifolium</i>	JLB & AA
Ordicuso Superior	725.225	4.737.625	2100	2	2010	<i>Potamogeton filiformis</i>	JLB & AA
Piedrafita	716.717	4.730.574	1610	1	2007 2009	<i>Potamogeton alpinus</i> , <i>P. praelongus</i> , <i>P. berchtoldii</i>	CIM, AFA4
Sabocos	724.800	4.730.500	1905	24	2004	<i>Potamogeton gramineus</i>	CIM
Tortielas	701.465	4.737.500	1725	0,5	2009	<i>Carex nigra</i>	JLB
Tramacastilla o de Paúles	715.538	4.733.979	1680	4,7	2008 2009	<i>Groenlandia densa</i> , <i>Potamogeton berchtoldii</i> , <i>P. natans</i> , <i>Ranunculus trichophyllus</i> , <i>Sparganium angustifolium</i>	JLB, AFA4*
Truchas de Astún	705.490	4.743.500	2120	4,7	2008	<i>Callitriche palustris</i> , <i>Ranunculus trichophyllus</i> , <i>Sparganium angustifolium</i>	CIM

Coordenadas X, Y: UTM sobre el Datum Europeo (ED 50), zona 30.

Autores: AA: Ana I. Acín. JLB: José Luis Benito. AFA4: Daniel Goñi y JLB para Atlas Flora Amenazada 2009. CIM: JLB & AA para el Club de Inmersión y Montaña de Jaca.

* Ibón prospectado parcialmente.

No obstante, en otoño de 2009, dos compañeros del CIM Jaca nos indicaron su intención de bucear en el ibón de Lapazosa. Como dicho lago no había sido explorado botánicamente, les pedimos que tomaran ejemplares de las plantas vasculares que hubiera. Así fue como el 12 de septiembre de 2009 nos trajeron unas pequeñas muestras vegetativas de dos espigas de agua, una de la cuales asignamos provisionalmente a *Potamogeton praelongus*. Para asegurarnos de la determinación y evaluar, en su caso, el tamaño de la población, decidimos visitar el ibón el día 26 de septiembre del mismo año. Dos de nosotros (JLB & AA) buceamos en el lago mediante la técnica del *snorkel* ya descrita, y tomamos muestras que nos permitieron confirmar la identidad de la especie mencionada. Además, calculamos que esta especie ocupa una superficie aproximada de 1 ha en la mitad occidental del ibón, con una densidad aproximada de entre el 70-90%, tapizando su fondo entre un metro y 4 metros de profundidad. Se observaron ejemplares reproductivos, pero dado lo avanzado de la temporada estaban en estado de descomposición, por lo que no se pudieron hacer otro tipo de muestreos.

Tamaño de las poblaciones

Como se ha explicado en el apartado de la metodología, censar las poblaciones de esta especie es complicado por la casi imposibilidad de obtener un número de individuos, por la propia dificultad en la definición de individuo. Hemos recurrido a contar tallos reproductores, en cuadrados de 40 x 40 cm, para obtener una estimación de la densidad, con la que luego poder estimar el número de tallos reproductores multiplicándolo por la superficie ocupada (tabla 3).

La densidad media obtenida en 18 cuadrados de muestreo es de $16,43 \pm 11,99$ (media \pm S.D.) tallos reproductores por metro cuadrado (R/m²). El intervalo de confianza al 95% para la media está entre 10,46 y 22,40 R/m². Por ello, en vez de estimar un único valor para los tamaños poblacionales de Ibón de Piedrafita y Estany Pudo, se han calculado los límites de confianza al 95%.

TABLE 3. Valores de densidad y número de individuos reproductores estimados en las poblaciones de Piedrafita y Pudo. Los valores de densidad obtenidos en Piedrafita se han aplicado a la población de Estany Pudo, por no disponer de datos de densidad de ésta última. R: tallos reproductores.

Población	Superficie (m ²)	Densidad (R/m ²)	estima R	estima R-inferior	estima R-superior
Ibón de Piedrafita	18.800	16,43	308.884	196.721	421.067
Estany Pudo	15.000	16,43	246.450	156.959	335.958

Para las dos poblaciones muestreadas, se estima que el número total de tallos reproductores es de 555.334, pudiendo estar, con un 95% de probabilidad, entre 353.680 y 757.025.

Conclusiones

El método más eficiente para el estudio de las poblaciones y comunidades de macrófitos acuáticos amenazados es la inmersión con neopreno y *snorkel* y la toma de datos *in situ*, desde dentro de la masa de agua. Especialmente adecuado si se trata de poblaciones poco accesibles.

Para averiguar el tamaño poblacional de los macrófitos, la variable que más interesa medir es la superficie ocupada por las plantas (a menudo formando manchas mono-específicas), generando mapas detallados de manchas de poblaciones o comunidades. La comparación a lo largo del tiempo de los mapas detallados, puede revelar importantes cambios ecológicos, como es el caso del aumento de las poblaciones de *Eleocharis palustris* detectado en el Ibón de Piedrafita.

Tras la prospección subacuática de 141 lagos del Pirineo (25 en Huesca y 116 en Lérida), solamente en tres de ellos aparece *Potamogeton praelongus*. En los tres la población de esta especie es dominante y ocupa casi toda la superficie cubierta por macrófitos. En total se ha estimado en 5,67 Ha la superficie ocupada por esta especie en la Península Ibérica (2,79 Ha en Estany Pudo, 1,88 Ha en el Ibón de Piedrafita y 1 Ha en el Ibón de Lapazosa). Esta reducida superficie de ocupación, el aumento de las poblaciones de *Eleocharis palustris* en Piedrafita y la cercanía de la estación de esquí de Baqueira-Beret al Pudo hacen que se deba seguir considerando a esta planta como especie «críticamente amenazada».

Bibliografía

- ALBERT, M. J., BAÑARES, Á., DE LA CRUZ, M., DOMÍNGUEZ, F., ESCUDERO, A., IRIONDO, J. M. & *al.* 2003. *Atlas de Flora Amenazada. Manual de metodología de trabajo corológico y demográfico. Versión 4.2.* 53 pp. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. [www.biolveg.uma.es/links/Manual_de_Metodologia_AFA.pdf].
- BAÑARES, Á., BLANCA, G., GÜEMES, J., MORENO SAIZ, J. C. & ORTIZ, S. (eds.) 2003. *Atlas y libro rojo de la flora vascular amenazada de España.* 1072 pp. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. 84-8014-521-8. [www.mma.es/secciones/biodiversidad/inventario/flora_vascular/index.htm].
- BENITO ALONSO, J. L. 2009. *Aportación de información al «Inventario de humedales singulares de la Comunidad Autónoma de Aragón».* Monografías de Botánica Ibérica, nº 3. Jolube Consultor y Editor Ambiental, Jaca (Huesca). 978-84-937528-6-6. [www.jolube.es/MBI/MBI_03.htm].
- 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. [www.jolube.es/pub/Benito_al_2008_Potamogeton_praelongus.pdf].
- BIELSA, J. L., CAZORLA, J., CALLÉN, Ó., LALAGUNA, J. & BENITO ALONSO, J. L. 2007. *Buceando en los ibones. 2. Anayet, Catieras y Piedrafita. Guía 2006/2007 de la campaña de estudio y limpieza de*

- ibones del Alto Gállego*. 31 pp. Comarca Alto Gállego y Club Inmersión y Montaña de Jaca, Sabinánigo. [jolube.wordpress.com/separateca2/].
- CIM-JACA. 2005. *Buceando en los ibones. 1. Asnos y Sabocos. Guía 2004/2005 de la campaña de estudio y limpieza de ibones del Alto Gállego*. Comarca Alto Gállego y Club de Inmersión y Montaña de Jaca, Sabinánigo. [www.jolube.es/pub/CIM_Jaca_Anayet_2005.pdf].
- GACIA, E., BALLESTEROS, E., CAMARERO, L., DELGADO, O., PALAU, A., RIERA, J. L. & CATALÁN, J. 1994. Macrophytes from lakes in the eastern Pyrenees: community composition and ordination in relation to environmental factors. *Freshwater Biology* 32(1): 73-81. [www.blackwell-synergy.com/toc/fwb/32/1].
- MONTSERRAT MARTÍ, J. M. 1981. Notes sobre *Potamogeton*. *Folia Bot. Misc.* 2: 53-56. [bibdigital.rjb.csic.es/spa/Libro.php?Libro=2747].
- MORENO SAIZ, J. C., Ed. 2008. *Lista Roja 2008 de la flora vascular española*. 86 pp. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino y Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas, Madrid. 978-84-691-7375-6. [www.jolube.es/pub/ListaRoja2008.pdf].
- STEWART, N. & WADE, M. 2005. Aquatic macrophytes and algae. In: Hill, D., Fasham, M., Tucker, G., Shewry, M. & Shaw, P. (Eds.), *Handbook of Biodiversity Methods*. Pp. 295-302. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.

Efecte dels arbusts en la dinàmica del límit superior del bosc de pi negre en resposta a simulacions de canvis ambientals als Pirineus centrals

Oriol Grau^{1*}, Josep M. Ninot¹ & Terry V. Callaghan^{2, 3}

.....

ABSTRACT

How do shrubs affect treeline dynamics under simulated environmental changes in the Central Pyrenees?

The aim of this study is to analyse the positive and negative interactions between *Pinus uncinata* and *Rhododendron ferrugineum* as controlling factors of the spatio-temporal evolution of the forest-alpine grassland ecotone under varying environmental conditions. In autumn 2006, several *Pinus uncinata* seedlings were transplanted into two plots, (at the treeline and in the forest) and in two positions (sheltered and unsheltered from *Rhododendron ferrugineum*). In spring 2007, a full factorial experiment was initiated including two more factors: increased temperature (by means of open top chambers) and increased nutrient availability (NPK fertiliser). Since then, we have been making phenological measurements to analyse the effect of simulated environmental changes.

The sheltering effect of *Rhododendron* enhanced stem growth of *Pinus* seedlings and prevented them from winter damage and dessication at the treeline and from herbivory in the forest. The increase in temperature had a marked effect after two growing seasons, and the higher nutrient availability caused changes very soon.

This study confirms that the factors analysed are crucial to understand the treeline dynamics observed in the Pyrenees. Forest structure, vegetation composition, temperature and nutrient availability help to explain the recent treeline densification observed in the area.

Key words: environmental change, facilitation, *Pinus uncinata*, *Rhododendron ferrugineum*, treeline, seedlings

RESUM

L'objectiu d'aquest estudi és investigar les interaccions ecològiques entre el pi negre (*Pinus uncinata*) i el matollar d'abarset (*Rhododendron ferrugineum*) com a factors controladors de l'evolució espacio-temporal de l'ecotò bosc-prat alpí dels Pirineus.

1. Grup de Geobotànica i Cartografia de la Vegetació (GEOVEG), Dept. de Biologia Vegetal, Univ. de Barcelona. Av. Diagonal 645, E-08028 Barcelona, Catalunya

2. Abisko Scientific Research Station, Abisko, Suècia

3. Sheffield Centre for Arctic Ecology, Dept. of Plant and Animal Sciences, Univ. of Sheffield, UK

* grau.oriol@gmail.com

Les parcel·les d'estudi es situaren al Serrat de Capifonts (Pallars Sobirà, Catalunya). De 2006 a 2009 es va fer el seguiment de 384 plançons de pi repartits en diversos tractaments d'un disseny experimental de quatre factors: posició en l'ecotò (dins del bosc/al límit superior), arbust (presència/absència), nutrients (addició/sense addició) i temperatura (amb/sense canbres tèrmiques).

Els resultats evidencien que *Rhododendron* té un paper clau en la supervivència i desenvolupament dels plançons de *Pinus* oferint protecció en front del dany hivernal al límit superior, i de l'herbivorisme dins el bosc. Tant l'augment de temperatures com el de nutrients afavoreixen significativament el desenvolupament dels plançons. Així, tant la presència de l'arbust com els canvis ambientals afecten clarament la dinàmica poblacional de *Pinus*, i podrien explicar, junt amb altres factors com el canvi d'usos del sòl, la densificació d'arbres observada recentment al límit supraforestal del Pirineu català.

Mots clau: canvis ambientals, facilitació, límit forestal, *Pinus uncinata*, plançons, *Rhododendron ferrugineum*

Introducció

El límit superior del bosc subalpí és l'ecotò més notable a les muntanyes alpines, tot i la irregularitat del seu relleu i les modificacions del paisatge degudes a l'explotació humana. Als Pirineus centrals, aquest límit altitudinal és una estreta zona de transició en la qual es passa del bosc subalpí als claps dispersos d'aquest bosc alternant amb matollars subarbusius, a la barreja d'aquests matollars amb prat alpí, i finalment al mosaic de prats alpins (Ninot et al. 2007). En el mateix sentit, el pi negre (*Pinus uncinata*), l'arbre subalpí per excel·lència, passa del port arbori típic (sovint esvelt i clarament monopòdic) al d'arbre regruat (que defineix la *treeline*, o límit de l'arbre), i finalment al de pinetó, aparentment juvenil, encara que sovint prou longeu (Batllori et al. 2009).

En la dinàmica de la vegetació del límit supraforestal hi intervenen complexos processos de colonització, i de competència i facilitació entre plantes funcionalment diferents. Els canvis climàtics, i principalment l'augment de temperatures, tenen una important incidència en tots aquests processos, tant directament sobre el desenvolupament vegetal, com sobre el balanç edàfic d'aigua i nutrients (Holtmeier & Broll 2005). Com que, a més, hi ha evidències que en temps pretèrits més càlids el límit del bosc vora la zona d'estudi es trobava a més altitud (Cunill 2010), cal preveure que l'augment de temperatures afavoreixi l'ascens del límit del bosc.

Tot i això, i a més tenint en compte l'important descens de l'explotació tradicional forestal i ramadera, als Pirineus no es detecta un ascens generalitzat del límit forestal les darreres dècades. Sí que es dona en localitats concretes, i sobretot allà on el límit del bosc havia estat abaixat per l'home. Però en altres casos s'observa més aviat una densificació d'arbres i de formes juvenils per sota del límit supraforestal, sense que aquest s'hagi desplaçat sensiblement durant les darreres dècades (Batllori & Gutiérrez 2008).

Per altra banda, recentment s'ha documentat un increment en la densitat i productivitat de les comunitats subarbustives en algunes zones àrtiques i alpines, com a resposta al notable augment de temperatures de les últimes dècades detectat en aquestes àrees (Chapin *et al.* 1995, Tape *et al.* 2006). Cal tenir en compte que els plançons d'arbres forestals subalpins solen progressar més a redós de subarbusts o d'altres elements protectors, que exerceixen un clar efecte facilitador en front de factors d'estrès abiòtic o d'herbivorisme (Smith *et al.* 2003, Batllori *et al.* 2009).

Per tot això, es preveu que els canvis ambientals i d'ús del sòl influeixin en el funcionament i en la posició del límit supraforestal, però no pas directament, sinó modelats per processos de facilitació i de competència existents entre la comunitat forestal i l'arbustiva que afecten la germinació i l'establiment de plançons de *Pinus uncinata*. Partim de la hipòtesi que aquestes interaccions poden canviar de positives a negatives en funció de l'estrès abiòtic i biòtic present al llarg de l'ecotò bosc-prats alpins .

En aquest estudi ens proposem investigar les interaccions ecològiques entre plançons de pi negre (*Pinus uncinata*) i matolls d'abarset (*Rhododendron ferrugineum*) a través d'una experiència en què intervenen diferents factors binaris. El seguiment detallat dels plançons al llarg de tres anys ha de permetre evidenciar com aquests factors poden controlar l'evolució espacio-temporal de l'ecotò bosc-prat alpi dels Pirineus.

Material i mètodes

Es van establir unes parcel·les d'estudi al Serrat de Capifonts (Pallars Sobirà, Catalunya), localitat representativa d'un ecotò en situació poc antropitzada. El límit del bosc s'hi situa a uns 2.400 m d'altitud, en un vessant esquistós regular, on el període vegetatiu es pot estimar en uns 170 dies, i la temperatura mitjana del mes més càlid, el juliol, és d'11 °C. El bosc subalpí és una forma típica del *Rhododendro-Pinetum uncinatae*, el prat alpi correspon al *Hieracio-Festucetum supinae*, i els matollars que clapegen l'ecotò pertanyen a elements poc estructurats del mateix *Rhododendro-Pinetum* i al *Cetrario-Loiseleurietum procumbentis*.

Varem establir un total de 64 petites parcel·les de seguiment (de vora 1,3 m² cadascuna), corresponents a una experiència factorial de quatre factors binaris (16 combinacions), amb quatre rèpliques per a cada combinació. Els factors es van establir simulant diferents situacions ambientals , concretament:

- a) situació respecte de l'ecotò (la meitat dins del bosc, i l'altra meitat al mosaic obert)
- b) temperatura (protegides per cambres de metacrilat —*open top chambers*, OTC— del tipus ITEX, que incrementen la temperatura estival a ran del sòl entre 1 i 2 °C, o a l'aire lliure).

- c) situació respecte de mates de *Rhododendron ferrugineum* (a redós, o bé allunyades)
- d) fertilització (amb addició d'un compost d'NPK, o sense).

A cada petita parcel·la, l'estiu de 2006 varem trasplantar-hi 6 plançons de *Pinus uncinata* provinents de viver, de tres anys de vida i procurant seleccionar-los d'un interval de mides regular. Des de llavors i fins a 2009 hem avaluat cada estiu la supervivència, la longitud de tiges i fullatge, el grau de ramificació, i els efectes d'herbivorisme o de danys per fred hivernal en tots els plançons (en total, 384).

En l'anàlisi de les dades, hem considerat cada petita parcel·la (grup de sis plançons) com una mostra, i els quatre factors binaris com a factors independents. Les respostes de cada mostra les hem analitzat emprant models linears mixtos.

Resultats i discussió

La supervivència dels plançons ha estat molt elevada al llarg de l'experiència, però molts plançons situats sobre del bosc i allunyats de *Rhododendron* varen veure's greument afectats durant el primer hivern, que va ser especialment dur. La manca de neu va propiciar greus efectes de dessecació hivernal a un 55 % dels plançons (Ninot *et al.* 2008).

La taula 1 resumeix els efectes que mostren diferències significatives lligades a les diferents condicions que els plançons han trobat a les parcel·les. Entre les variables mesurades, l'alçada de la tija dels plançons resulta força indicadora

TAULA 1. Resum dels principals efectes observats en els plançons de *Pinus uncinata* segons els factors considerats i durant els tres anys de mostreig. A cada casella s'indiquen els efectes que diferencien significativament els plançons sota un tractament, respecte dels que tenen el tractament oposat; les caselles buides indiquen que no hi ha hagut diferències significatives.

	2007	2008	2009
Sota <i>Rhododendron ferrugineum</i>	↓ dany hivernal (fora del bosc)	↓ ramificació ↓ herbivorisme per <i>Tetrao urogallus</i> (exclusivament al bosc)	↑ creixement proporcional de la tija ↑ fullatge
Dins del bosc	↑ alçada general sense dany hivernal	↓ ramificació	
Fertilització	↑ alçada general (menys evident amb <i>Rhododendron ferrugineum</i>)	↑ ramificació	efectes anteriors poc evidents
Dins de cambra OTC	sense efectes visibles		↑ creixement proporcional de la tija

de les diferents situacions experimentals. En concret, ha mostrat increments clarament superiors en les situacions a tocar de *Rhododendron*, en les diferents condicions experimentades, i també ha respost positivament a l'addició de nutrients i a l'increment de temperatura (fig. 1).

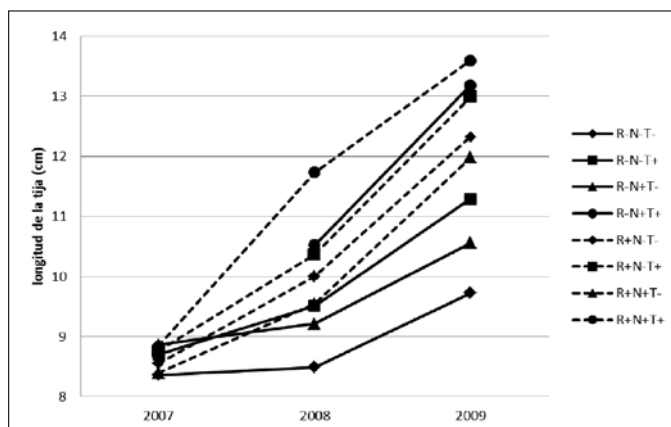


FIGURA 1. Variació mitjana de la longitud de la tija dels plançons de *Pinus uncinata* durant el període d'experimentació al límit supraforestal. Les abreviatures fan referència a tres dels factors estudiats, concretament a la proximitat de *Rhododendron* (R), a l'addició de fertilitzant (N) i al sobreescalfament amb *open top chambers* (T); els símbols + i - signifiquen l'aplicació del tractament o no, respectivament.

Els plançons situats a redós de *Rhododendron* van evidenciar un efecte facilitador molt marcat per part d'aquest arbust, a través de millor estructura funcional i de més protecció en front a herbivorisme i a danys hivernals. Aquest efecte pot ajudar a explicar la densificació d'arbres joves observada al límit forestal, a través de més reclutament i de millor creixement dels pinets en presència d'arbusts. Les interaccions positives de *Rhododendron* envers els pinets són generals tant per sobre del límit forestal com dins del bosc, tot i que la facilitació per sobre el bosc es més evident i generalitzable a escala regional, i on l'estrès abiòtic és més notable.

Els efectes de la temperatura van ser notables en els plançons després d'estar dos períodes vegetatius dins de les cambres OTC. Al contrari, la fertilització es va notar ja al primer any, però els seus efectes van durar poc ja que no es va tornar a aplicar el fertilitzant, de manera que els plançons fertilitzats aviat van deixar de diferenciar-se.

En general, doncs, els canvis ambientals simulats i les interaccions entre les mates de *Rhododendron ferrugineum* i els plançons de *Pinus uncinata* es manifesten com a importants factors claus en la regulació de la dinàmica de l'ecotò que separa el bosc subalpí de les pastures alpines als Pirineus, fins i tot en un període força curt. Esperem que el seguiment durant un període més llarg, i altres variables encara en estudi, com són la concentració foliar d'isòtops estables del carboni i del nitrogen, permetran perfilar millor el paper de les interaccions estudiades en la dinàmica de la *treerline*.

Conclusions

Aquest estudi confirma el paper facilitador dels arbusts en la densificació d'individus juvenils d'arbres forestals al límit superior del bosc als Pirineus. La facilitació de *Rhododendron ferrugineum* vers els plançons de *Pinus uncinata* és general a tot l'ecotò estudiat, amb poca diferenciació entre els ecosistemes forestal i alpí, tot i que els processos concrets que s'hi donen són diferents.

Els canvis ambientals analitzats produeixen efectes significatius en el desenvolupament dels plançons forestals. Per això, esdevenen importants factors reguladors de la dinàmica del límit forestal.

Bibliografia

- BATLLORI, E., CAMARERO, J.J., NINOT, J.M. & GUTIÉRREZ, E. 2009. Seedling recruitment, survival and facilitation in alpine *Pinus uncinata* tree line ecotones: implications and potential responses to climatic warming. *Global Ecol. Biogeogr.* 18: 460-472.
- BATLLORI, E. & GUTIÉRREZ, E. 2008. Regional treeline dynamics in response to global change in the Pyrenees. *J. Ecol.* 96: 1275-1288.
- CHAPIN III, F.S., SHAVER, G.R., GIBLIN, A.E., NADELHOFFER, K.J. & LAUNDRE, J.A. 1995. Responses of arctic tundra to experimental and observed changes in climate. *Ecology* 76(3): 694-711.
- CUNILL, R. 2010. *Estudi interdisciplinari de l'evolució del límit superior del bosc Durant el període holocènic a la zona de Plaús de Boldís-Montarenyo, Pirineu central català*. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.
- HOLTMEIER, F.-K. & BROLL, G. 2005. Sensitivity and response of northern hemisphere altitudinal and polar treelines to environmental change at landscape and local scales. *Global Ecol. Biogeogr.* 14: 395-410.
- NINOT, J.M., CARRILLO, E., FONT, X., CARRERAS, J., FERRÉ, A., MASALLES, R.M., SORIANO, I. & VIGO, J. 2007. Altitude zonation in the Pyrenees. A geobotanic interpretation. *Phytocoenologia* 37: 371-398.
- NINOT, J.M., GRAU, O., BATLLORI, E., CAMARERO, J.J. & CARRILLO, E. 2008. Winter drought impairs pine regeneration at the Pyrenean treeline. In: SÁNCHEZ, J. M. (ed.), *Droughts: Causes, Effects and Predictions*: 11-18. Nova Science Publishers.
- SMITH, W.K., GERMINO, M.J., HANCOCK, T.E., & JOHNSON, D.M. 2003. Another perspective on altitudinal limits of alpine timberlines. *Tree Physiol.* 23: 1101-1112.
- TAPE, K., STURM, M. & RACINE, C. 2006. The evidence for shrub expansion in Northern Alaska and the Pan-Arctic. *Global Change Biol.* 12: 686-702.

Trends in altitudinal distribution of plant diversity in the Catalan Pyrenees

Oriol Grau^{1*}, Josep M. Ninot¹, Xavier Font¹,
Albert Ferré¹ & John-Arvid Grytnes²

•••••

ABSTRACT

In this paper we analyse the species richness of the entire flora and of different distributional and functional subgroups in the Catalan Pyrenees along the altitudinal gradient. We used the Pyrenean data gathered in the Biodiversity Data Bank of Catalonia, which consist on more than 300,000 citations of 2,491 species of vascular plants.

The species number in each 100 m altitude band grows from sea level to 1,000 m and decreases from there upwards, more sharply beyond 1,500 m. The medio-European species form the largest biogeographical group, whereas Alpine and Boreo-Alpine taxa form the smallest group, which nevertheless becomes very dominant towards higher altitudes. As for life forms, hemicryptophytes are generally dominant, followed by therophytes —which are concentrated at lower altitudes— and chamaephytes —which increase slightly with the altitude.

As in other neighboring mountain ranges, species richness in the Catalan Pyrenees follows an asymmetric unimodal distribution along altitude. Pyrenean particularities in the pattern of the entire flora and of the subgroups considered respond to regional physiography, bioclimate and biogeographic particularities.

Key words: biogeography, elevation gradient, endemism, life forms, species richness, vascular flora

Introduction

Understanding the mechanisms behind broad scale patterns in species diversity has been a main topic for ecologists for a long time (Lomolino 2001, Grytnes & McCain 2007). Studies of altitudinal variation in species richness represent a suggesting opportunity to test hypotheses on plant diversity (Nogués-Bravo *et al.* 2008), because there exist many independent altitudinal transects in the world. Relating these patterns to physiography and to taxonomic, functional or

1. Departament de Biologia Vegetal, Universitat de Barcelona. Av. Diagonal 645, E-08028 Barcelona, Catalunya

2. Department of Biology, University of Bergen. Allégaten 41, N-5007, Bergen, Norway

* grau.oriol@gmail.com

distributional plant groups provides very valuable information about species distribution, adaptation and speciation (Körner 2000, Lomolino 2001, Rahbek 2005).

Altitudinal plant diversity patterns in the Catalan Pyrenees have not been described in detail yet, although there are studies which describe the effect of altitude on vegetation patterns (Ninot *et al.*, 2007 and references therein) and on aspects of plant diversity in other Pyrenean regions (Gómez *et al.* 1997, Petit & Thompson 1999, Villar *et al.* 2001, Ninot & Ferré 2008, Nogués-Bravo *et al.* 2008).

The aim of this study is to describe the species richness patterns in vascular plants along the altitudinal gradient of the Catalan Pyrenees by using an extensive compilation of observations, which includes herbarium and literature records of the last 126 years. We also analyse the factors determining the altitudinal pattern of species richness by separating the species into taxonomic, functional and distributional groups.

Methods

THE STUDY AREA

The Catalan Pyrenees roughly correspond to the eastern half of the Iberian Pyrenees (41°53'12"-42°54'9" N, 0°35'22"-3°10'17" E), which include most of the south-facing valleys stretching from the vicinity of the highest Aneto massif to the Mediterranean coast, and also one north-facing valley (Val d'Aran) (fig. 1). This area forms an entire physiographic unit, as defined in Bolòs *et al.* (2005).

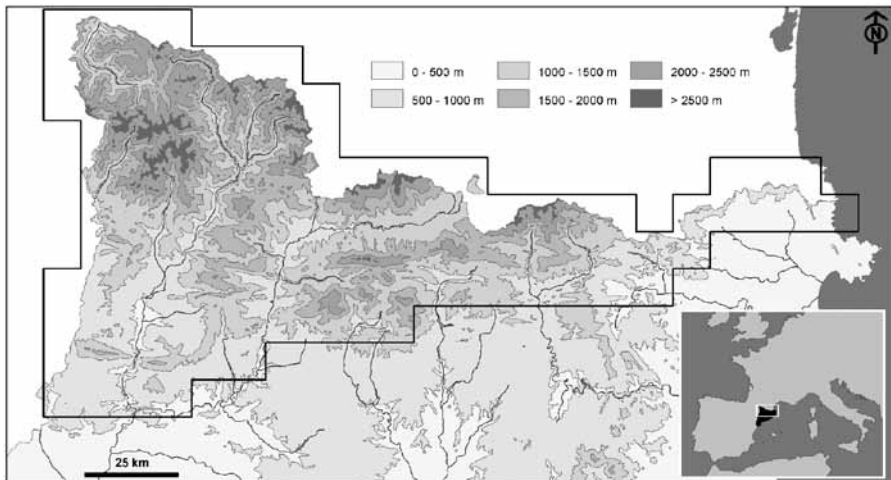


FIGURE 1. Area of study, defined by 10 x 10 km UTM squares in the Catalan Pyrenees.

However, given the size of the UTM squares used in the analyses (10 x 10 km), some surrounding areas beyond the Catalan Pyrenees have also been included (small parts of Aragón, Andorra and southern France). For simplicity reasons, we will refer our study area to as Catalan Pyrenees hereafter.

The high mountain zone (from 1,600-1,800 m a.s.l. upwards) has a typically Alpine landscape and a flora mostly composed by Boreo-Alpine and orophytic (mostly Alpine) taxa. The intermediate elevations (from 700-900 m a.s.l. to the high mountain) host a strong physiographic and bioclimatic diversification. There, the landscape ranges from typically Atlantic in the northern Val d'Aran and other oceanic areas, with prominent medio-European flora, to sub-Mediterranean—transitional between medio-European and Mediterranean—in most southern valleys. At lower altitudes vegetation is mostly Mediterranean, although including scattered medio-European vegetation units (Ninot *et al.* 2007).

Other environmental factors influencing the local flora are the continentality gradient towards inner valleys, the phylogeographic influence of other mountain ranges (such as the Alps or the Cantabrian mountains), and the complex shifts between siliceous and carbonated substrata. Also, the human influence is especially noticeable in the lowlands, where old land use has produced generalised landscape changes, and decreases towards higher areas, still affected by extensive farming activities (Lasanta 1990).

DATA SOURCES AND ANALYSIS

The data we used to quantify the richness patterns of the flora were obtained from the Biodiversity Data Bank of Catalonia (Font 2008). They correspond to plant citations from a wide scope of papers (local floras, floristic notes or phytosociological works), from personal contributions, and from herbarium records, and have been compiled during the last 20 years. Each plant citation includes the elevation and the coordinates within the UTM grid of 10 x 10 km. We selected the data belonging to any of the squares included totally or partially within the Catalan Pyrenees. We rejected some low-quality data, such as imprecise taxonomical identifications or wrong altitudinal information, and we reduced the data at species level. In that way we built a regional flora of 2,491 species, according to the taxonomy stated in Bolòs *et al.* (2005), obtained from more than 300,000 citations.

We analysed the altitudinal species richness for the entire flora, and then for different taxonomic, functional and distributional groups, as defined by Bolòs *et al.* (2005). The species richness was estimated for each 100 m altitudinal band, from sea level up to 3,404 m, which is the highest point in the Pyrenees. We used the interpolation method as an approximation to the species richness pattern, which assumes the occurrence of a given species along the interval defined by the maximum and minimum altitudes where it has been observed. This may

cause an artificially humped pattern if sampling is not complete (Grytnes & Romdal 2008), but given the amount of citations we used, anomalies may be expected only at the edges of the altitudinal gradient.

The number of observations varies very much along the altitudinal gradient, with approximately 2,300 citations at the lowest interval (0-100 m), a maximum of 21,223 citations between 1,200 m and 1,300 m, and less than 200 citations above 3,000 m (fig. 2). This humped pattern is very similar to that of the area occupied by each elevational interval, although the peak maximum area is reached at around 1,000 m of altitude. Thus, it should be emphasized that the large amount of data used are relatively unbiased with respect to altitude and, since 56% of citations come from vegetation relevés, also with respect to species rarity.

Results and discussion

SPECIES RICHNESS

The altitudinal species richness pattern shows a very marked humped response, with a maximum of 1,666 species of vascular plants at 1,000 m (fig. 3). There is a very fast increase

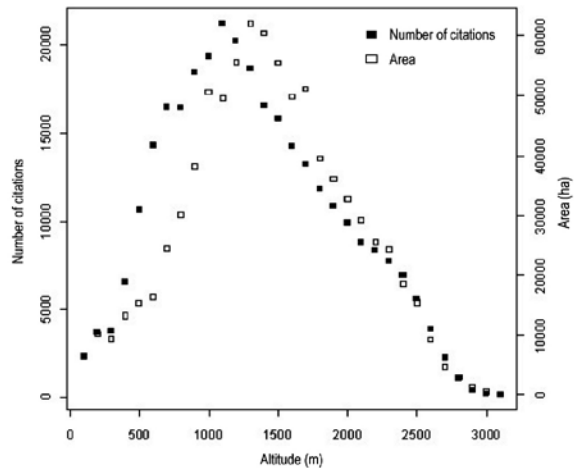


FIGURE 2. Number of citations and area per 100 m interval along the altitudinal gradient in the Catalan Pyrenees.

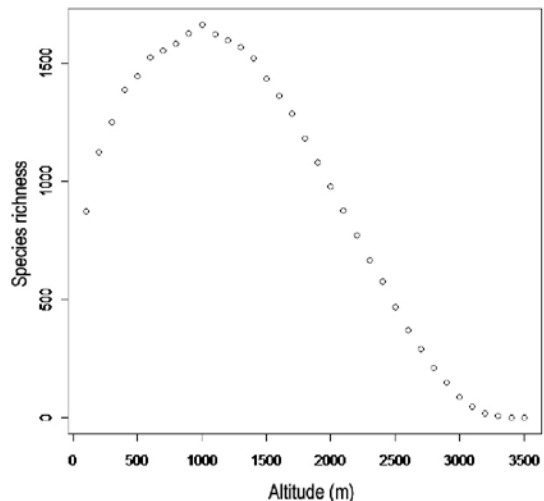


FIGURE 3. Altitudinal species richness pattern estimated from interpolated ranges along the altitudinal gradient in the Catalan Pyrenees.

from sea level to 400 m, and then a moderate increase up to 1,000 m. At higher altitude, there is a marked linear decrease of species richness from 1,400 m to 3,000 m, with an average reduction of 90 species approximately per 100 m interval.

From a taxonomical point of view, larger families such as Asteraceae, Poaceae and Fabaceae have a similar pattern to that of the whole flora (data not shown), which means that broad taxonomical groups within Spermatophyta have presumably experienced similar ecological diversification processes than the entire flora. In smaller families and in Pteridophyte the distribution may be more or less contrasting.

The unimodal pattern for the entire flora and for larger groups is a very common trend in altitudinal or latitudinal gradients (e.g. Odland & Birks 1999, Bhattarai *et al.* 2004, Hillebrand 2004, Romdal *et al.* 2005, Grau *et al.* 2007). It is also very similar to those described in the Aragón Pyrenees (Villar *et al.* 2001), where the species richness is also highest from 800 to 1,300 m a.s.l. approximately.

The maximum richness at low-intermediate elevations could be partially explained by the mid-domain effect hypothesis (Colwell *et al.* 2004), which states that mid-elevation habitats have a higher diaspore input than areas close to the end points of the elevational gradient, where most of the diaspore input comes from one direction only (Grytnes 2003). But the strong variation found in different taxonomic, functional and distributional groups analysed (see later) will indicate that climatic, spatial, biotic, historical or evolutionary factors may be also defining the diversity pattern along the elevational gradient (see Grytnes & McCain 2007).

As for climatic and physiographic factors, low and medium altitudes clearly host greater diversity of soils, outcrops, and landforms, which create a remarkable physiographic diversity. At small and medium scales, such physiographic diversity creates a high diversity of habitats and of local floristic pool (Pausas *et al.* 2003), which may in turn enhance the asymmetry of species richness along the altitudinal gradient. Also, climatic variability is stronger at low altitudes, since there is a greater variability in major climatic descriptors (annual rainfall, spring rainfall, and summer temperature; Ninyerola *et al.* 2000). Moreover, traditional anthropogenic activities such as farming and forest exploitation have created spatial heterogeneity at low and medium altitudes in the Pyrenees (Lasanta 1990), which in turn would increase habitat diversity and species richness in these areas.

Besides, a considerable proportion of medio-European plants may develop in locally humid habitats within Mediterranean lowlands, such as riverbanks or in particularly mild areas. Also, although a number of temperate species may reach the high mountain, their favourable habitats (south-facing, thermal slopes) decrease rapidly above 2,200 m.

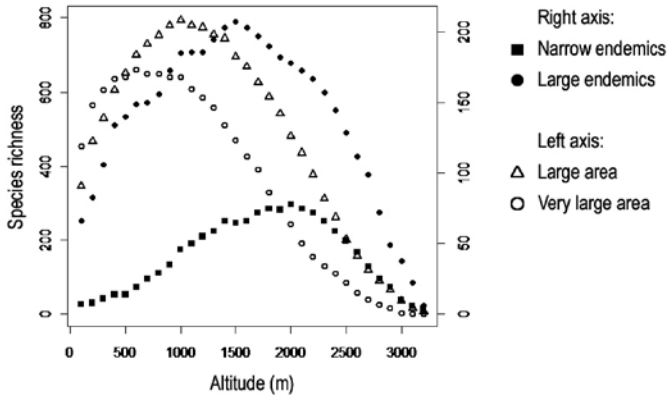


FIGURE 4. Species richness patterns for groups of different range size along the altitudinal gradient in the Catalan Pyrenees.

BIOGEOGRAPHICAL GROUPS

When the flora is divided into different range size (fig. 4), we observe a very interesting pattern in the species richness. The number of endemics of small to medium range (117 sps., 5%) peaks at 2,000 m, whereas the endemics of large range (361 sps.) reach the highest richness at 1,500 m; the number of species occurring over a large area (1,163 sps.) peaks at 1,000 m, and the species of very large range (850 sps) reach their maximum at 600 m. The percentage of endemic species increases markedly with altitude, with more than 30% large range endemics and more than 10% of small range endemics above 2,600 m.

These results reinforce the hypothesis that higher degree of isolation generally creates endemism, by means of promoting isolated habitats and speciation (Vetaas & Grytnes 2002). Long-term climatic change strongly has affected vascular flora, as they facilitate hybridisation between previously isolated populations followed by polyploidisation, which may result in new species adapted to new conditions following climatic change (Stebbins 1984, Petit & Thompson 1999). Higher endemic occurrence with increasing altitude has been also stated in other mountainous ranges affected by strong glacial periods and climate changes, as in the Himalayas, in the Andes, in the Alps or in Sierra Nevada (Kessler 2000, Vetaas & Grytnes 2002, Casazza *et al.* 2005, Giménez *et al.* 2004, Grau *et al.* 2007). From a regional scale, the Catalan Pyrenees share many species with close mountain ranges such as the Alps or the Cantabrian range, which may explain that large range endemics are more abundant than small range endemics along the altitudinal gradient.

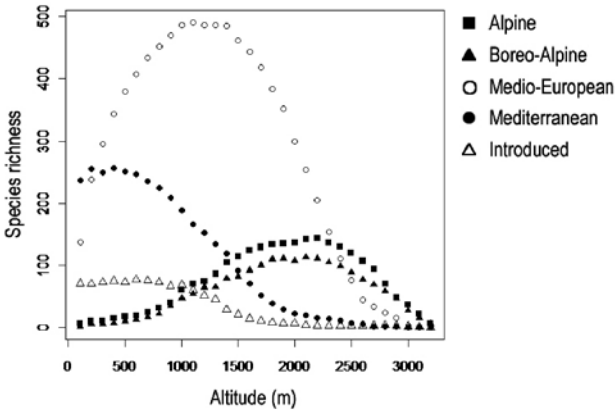


FIGURE 5. Species richness patterns for different biogeographical groups along the altitudinal gradient in the Catalan Pyrenees.

As for biogeographical types (fig. 5), the species classified as Alpine and Boreo-Alpine are especially abundant between 1,600 m and 2,500 m. The medio-European species are the most abundant and have the widest altitudinal range in general, and they reach their maximum between 1,000 and 1,500 m. The Mediterranean species are very common from the sea level to 600 m, and show a marked and linear decrease upwards. The introduced species form a small group, although a considerable amount is found up to 1,000 m approximately. Thus, these groups respond to the three main altitude units found in the Catalan Pyrenees: high mountain, intermediate altitudes and low altitudes (Ninot *et al.* 2007).

FUNCTIONAL GROUPS

The distribution of each life form shows a humped pattern, but except for geophytes and deciduous phanerophytes, it clearly differs from that of the whole flora (fig. 6). This reinforces the hypothesis that life forms correspond to a marked adaptation to different bioclimatic areas and ecological niches (Raunkiaer 1934).

Hemicryptophytes is the biggest group along the whole gradient. Their capacity to actively regenerate most of the above ground structures during the favourable vegetative period in many contrasting bioclimates makes them the most abundant group through the entire altitudinal zonation. The ability of therophytes growing under an irregular climatic seasonality or in areas affected by hard disturbance (Grime 2001) explains their high richness towards lower altitudes. Chamaephytes are very widely distributed along the altitudinal gradient and their relative importance increases at higher altitudes. The stress-tolerant

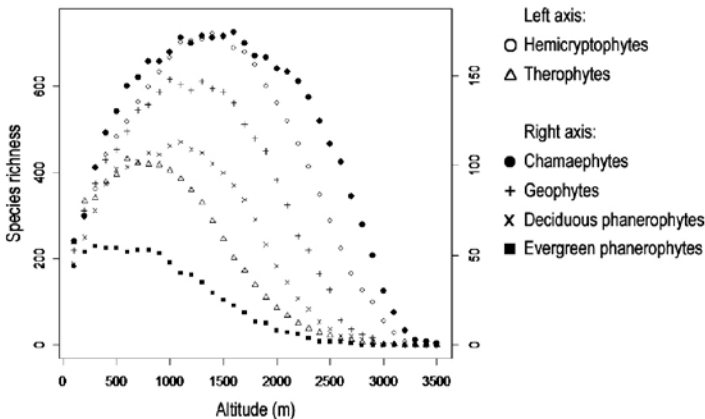


FIGURE 6. Species richness patterns for different life forms along the altitudinal gradient in the Catalan Pyrenees.

strategy dominant in this life form (Grime 2001) allows them to thrive in a wide scope of unfavourable habitats, such as rocky slopes, in the understorey of dry forests and shrubs, and in wind swept edges, which often become dominant in the higher Alpine zone.

Geophytes and deciduous phanerophytes follow the general pattern, which means that their life strategy is neutral concerning the altitude gradient, whereas evergreen phanerophytes are concentrated at lower altitudes, mostly related to Mediterranean climate.

Conclusions

Species richness of vascular plants in the Catalan Pyrenees follows an asymmetric unimodal distribution, as described in other ranges, concerning the whole flora and larger subgroups. Such asymmetry may be partially explained in terms of higher physiographic heterogeneity, climatic variability, biogeographic diversity and anthropisation at lower altitudes.

The varying patterns observed in the subgroups considered (life forms, biogeographic groups, families) confirm the distinct role played of a number of environmental factors. This is more evident in smaller groups (i.e. phanerophytes, chamaephytes, Boreo-Alpine taxa, narrow endemics, small families), which reveal their adaptive strategies, or historical traits particular to the Pyrenees.

Acknowledgements

We are indebted to all botanists who have been collecting plants, making observations and identifying samples from the Catalan Pyrenees for many decades, which made this study possible. We thank Aaron Pérez-Haase for improving comments on earlier versions of the manuscript, and Daniel Gómez for valuable advices as reviewer. Oriol Grau was funded by a FI fellowship from the Comissionat per a Universitats i Recerca of the Departament d'Innovació, Universitats i Empresa of the Generalitat de Catalunya and the European Social Fund. This study was also partly funded by the Ministry of Environment of the Spanish Government (research project 69/2005).

References

- BHATTARAI, K.R., VETAAS, O.R. & GRYNES, J.A. 2004. Fern species richness along a Central Himalayan elevational gradient, Nepal. *J. Biogeogr.* 31: 389–400.
- BOLÓS, O. DE, VIGO, J., MASALLES, R.M. & NINOT, J.M. 2005. *Flora manual dels Països Catalans*. 3rd edn. Pòrtic, Barcelona.
- CASAZZA, G. BARBERIS, G. & MINUTO, L. 2005. Ecological characteristics and rarity of endemic plants of the Italian Maritime Alps. *Biol. Conserv.* 123: 361–371.
- COLWELL, R.K., RAHBEK, C. & GOTELLI, N.J. 2004. The mid-domain effect and species richness patterns: What have we learned so far? *Am. Nat.* 163: E1–E23.
- FONT, X. 2008. *Mòdul de Flora, Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya (BDBC)*. Generalitat de Catalunya & Universitat de Barcelona. <http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html>
- GIMÉNEZ, E., MELENDO, M., VALLE, F., GÓMEZ-MERCADO, F. & CANO, E. 2004. Endemic flora biodiversity in the south of the Iberian Peninsula: altitudinal distribution, life forms and dispersal modes. *Biodivers. Conserv.* 13: 2641–2660.
- GÓMEZ, D., SESÉ, J.A., FERRÁNDEZ, J.V. & ALDEZABAL, A. 1997. Altitudinal variation of floristic features and species richness in the Spanish Pyrenees alpine belt. *36th Symposium of IAVS. Serie Informes* 40: 113–123. Univ. la Laguna, Tenerife.
- GRAU, O., GRYNES, J.A. & BIRKS, H.J.B. 2007. A comparison of altitudinal species richness patterns of bryophytes with other groups in Nepal, Central Himalaya. *J. Biogeogr.* 34: 1907–1915.
- GRIME, J.P. 2001. *Plant Strategies, Vegetation Processes and Ecosystem Properties*. John Wiley & Sons, Chichester.
- GRYNES, J.A. 2003. Ecological interpretations of the mid-domain effect. *Ecol. Lett.* 6: 883–888.
- GRYNES, J.A. & McCAIN C.M. 2007. Elevational patterns in species richness. In: Levin S.A. (ed), *Encyclopedia of biodiversity*, online enhancement: 1–8. Elsevier, New York.
- GRYNES, J.A. & ROMDAL, T.S. 2008. Using museum collections to estimate diversity pattern along geographical gradients. *Fol. Geobot.* 43(3): 357–369.
- HILLEBRAND, H. 2004. On the generality of the latitudinal diversity gradient. *Am. Nat.* 163: 192–211.
- KESSLER, M. 2000. Elevational gradients in species richness and endemism of selected plant groups in the Central Bolivian Andes. *Plant Ecol.* 149: 181–193.
- KÖRNER, C. 2000. Why are there global gradients in species richness? Mountains might hold the answer. *Trends Ecol. Evol.* 15: 513–514.

- LASANTA, T. 1990. Diversidad de usos e integración especial en la gestión tradicional del territorio en las montañas de Europa Occidental. In: GARCÍA RUIZ J.M. (ed) *Geoecología de las áreas de montaña*: 235-266. Geoforma Ediciones, Logroño.
- LOMOLINO, M.V. 2001. Elevation gradients of species-richness, historical and prospective views. *Global Ecol. Biogeogr.* 10: 3-13.
- NINOT, J.M., CARRILLO, E., FONT, X., CARRERAS, J., FERRÉ, A., MASALLES, R.M., SORIANO, I., & VIGO, J. 2007. Altitude zonation in the Pyrenees. A geobotanic interpretation. *Phytocoenologia* 37: 371-398
- NINOT, J.M. & FERRÉ, A. 2008. Plant diversity across five vegetation belts in the Pyrenees (Catalonia, Spain). *Collect. Bot. (Barcelona)* 27: 67-76.
- NINYEROLA, M., PONS, X. & ROURE, J.M. 2000. A methodological approach of climatological modelling of air temperature and precipitation through GIS techniques. *Int. J. Climatol.* 20: 1823-1841.
- NOGUÉS-BRAVO, D., ARAÚJO, M.B., TOMDAL, T. & RAHBEK, C. 2008. Scale effects and human impact on the elevational species richness gradients. *Nature* 453: 216-220.
- ODLAND, A. & BIRKS, H.J.B. 1999. The altitudinal gradient of vascular plant species richness in Aurland, western Norway. *Ecography* 22: 548-566.
- PAUSAS, J.G., CARRERAS, J., FERRÉ, A. & FONT, X. 2003. Coarse-scale plant species richness in relation to environmental heterogeneity. *J. Veg. Sci.* 14: 661-668.
- PETT, C. & THOMPSON, J.D. 1999. Species diversity and ecological range in relation to ploidy level in the flora of the Pyrenees. *Evol. Ecol.* 13: 45-66.
- RAHBEK, C. 2005. The role of spatial scale and the perception of large-scale species-richness patterns. *Ecol. Lett.* 8: 224-239.
- RAUNKJÆR, C. 1934. *The life forms of plants and statistical plant geography*. Clarendon Press. Oxford.
- ROMDAL, T.S., COLWELL, R.K. & RAHBEK, C. 2005. The influence of band sum area, domain extent, and range sizes on the latitudinal mid-domain effect. *Ecology* 86: 235-244.
- STEBBINS, G.L. 1984. Polyploidy and distribution of the arctic-alpine flora: new evidence and new approaches. *Bot. Helv.* 94: 1-13.
- VETAAS, O.R. & GRYTNES, J.A. 2002. Distribution of vascular plants species richness and endemic richness along the Himalayan elevation gradient in Nepal. *Global Ecol. Biogeogr.* 11: 291-301.
- VILLAR, L., SESÉ, J.A. & FERRÁNDEZ, J.V. 2001. *Atlas de la Flora del Pirineo Aragonés*. Vol. II. Instituto de Estudios Altoaragoneses & Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, Jaca.

Coneixem bé la flora pirinenca? Els Pirineus catalans occidentals segueixen sorprendent

Moisès Guardiola^{1*}, Albert Petit¹, Pere Aymerich², Aaron Pérez-Haase¹,
Arnau Mercadé¹, Efreem Batriu¹, José Manuel Blanco-Moreno¹, Estela Illa¹,
Oriol Grau¹, Empar Carrillo¹ & Josep M. Ninot¹

.....

ABSTRACT

Is the Pyrenean flora well known? The western Catalan Pyrenees are still surprising

Although the flora of the Catalan Pyrenees is rather complete at regional scale, there is great heterogeneity in the knowledge at the local scale. Field work during the last years has yield interesting novelties, in relation with the great environmental diversity of the Pyrenean range. In this paper, we gather the novelties in the vascular flora of the northwestern part of the Catalan Pyrenees arisen during the last decade (1999-2009), from bibliographic sources and field works. At this time 52 new taxa have been cited in the area of 21 square of 10 x 10 km considered, some even in places that had already been quite explored. Of these, one is new to science, five represent a novelty for the Iberian Peninsula and 16 are new for the flora of Catalonia. Also, some plants considered very restricted have been found at new locations of great chorological and conservationist interest.

Thus, the distribution of some of the most rare or interesting plant species in the area is still poorly known. In contrast, studies on flora have been – and still are –not prioritised in the research planning, which has produced a clear decrease in the papers on flora during the last decade.

Key words: vascular plants, central Pyrenees, chorology

RESUM

Tot i que la flora dels Pirineus catalans es considera ben coneguda en general, el coneixement local mostra importants desigualtats d'uns sectors a d'altres. Recents prospeccions donen com a resultat interessants novetats, que responen a la gran diversitat ambiental i fitogeogràfica de la serralada pirinenca. En aquest treball recopilem les novetats florístiques per un sector dels Pirineus centrals catalans en la darrera dècada (1999-2009), a partir d'una revisió bibliogràfica i de dades inèdites. En aquest temps han estat citats 52 nous tàxons en l'àrea dels 21 quadrats de 10 x 10 km considerats, alguns fins i tot en indrets que ja havien estat força explorats. D'aquests, un és nou per a la ciència, cinc representen novetats per a la península Ibèrica i 16 són novetat per a la flora de Catalunya. També, d'algunes plantes considerades molt restringides se n'han trobat noves poblacions d'elevat interès corològic i conservacionista.

1. Dept. Biologia Vegetal, Univ. Barcelona. Av. Diagonal 645, E-08028 Barcelona

2. C/ Barcelona 29, E-08600 Berga

* mogubu@telefonica.net

Això mostra que part de la flora més rara i interessant d'aquest territori encara és relativament poc coneguda. Malauradament, els estudis florístics no són prioritaris en l'àmbit de la recerca científica, i en l'última dècada es detecta una clara davallada en el nombre de publicacions d'aquesta temàtica.

Mots clau: plantes vasculares, Pirineus centrals, corologia

Introducció

La flora dels Pirineus catalans es considera per part de molts científics i gestors com a ben coneguda, sobretot degut als treballs específics que s'hi van dur a terme a finals del segle passat (vegeu, per exemple, Vigo 2009). El Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya (Font 2010) ha anat recopilant aquesta informació florística, cosa que facilita la consulta de dades de flora. Però en comparar el volum de dades de diferents quadrats UTM de 10 x 10 km (la unitat geogràfica bàsica d'aquest banc de dades) es manifesten diferències molt grans entre ells. Així, mentre alguns tenen els valors més elevats de riquesa

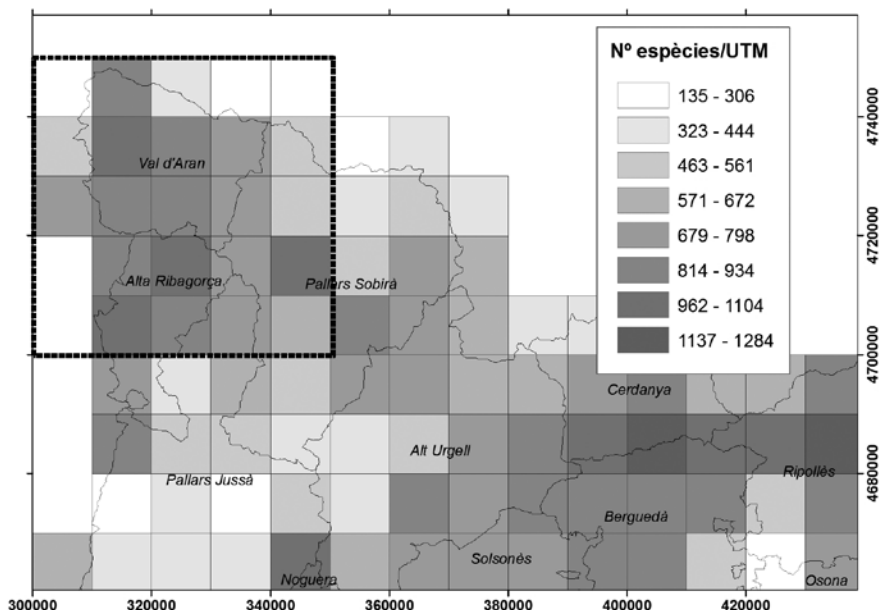


FIGURA 1. Número de tàxons per quadrat UTM de 10 km de costat (elaborat a partir de Font 2010). El requadre emmarcat en negre defineix l'àrea tractada en aquest treball.

d'espècies de Catalunya (especialment on s'han realitzat monografies locals), n'hi ha de contigus amb valors molt baixos, versemblantment perquè han estat poc explorats (fig. 1).

Hom podria pensar que aquestes irregularitats no incideixen en el coneixement de la flora a escala regional. Però, tot i que durant les dues darreres dècades no s'ha fet cap treball de flora exhaustiu als Pirineus centrals catalans, algunes prospeccions florístiques disperses o treballs de camp relatius a seguiment de comunitats o poblacions estan descobrint nombroses novetats florístiques, no només per a una determinada vall pirinenca, sinó de vegades per a Catalunya o la península Ibèrica. D'aquestes novetats, bona part apareixen en publicacions botàniques tradicionals, però d'altres ho fan en mitjans on passen fàcilment desapercebudes (com ara butlletins divulgatius) o bé romanen inèdites.

En aquest treball volem avaluar l'evolució del coneixement florístic d'un sector dels Pirineus centrals catalans en els darrers 10 anys, donant compte de les novetats florístiques aparegudes i valorant el seu significat.

Metodologia

Aquest treball es refereix al Pirineu central català, concretament als quadrats UTM: CH03, CH04, CH10, CH11, CH12, CH13, CH14, CH20, CH21, CH22, CH23, CH24, CH30, CH31, CH32, CH33, CH34, CH40, CH41, CH42, CH43 (fig. 1). Aquest conjunt inclou íntegrament el Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici, la Val d'Aran, i el sector oest del Parc Natural de l'Alt Pirineu. Comparat amb d'altres àrees properes, es tracta d'un territori amb la vegetació i la flora força conegudes, gràcies a un parell de monografies que l'afecten parcialment (Carrillo & Ninot 1992, Carreras *et al.* 1993), de bastants treballs de vegetació amb nombrosos inventaris (per exemple Gruber 1978 i Font 1993), i de força notes florístiques disperses. Tant és així, que alguns dels quadrats UTM que analitzem es troben entre els que tenen els valors més alts de riquesa de Catalunya, amb més de 1.200 tàxons (fig. 1).

Hem recopilat les novetats florístiques per aquests 21 quadrats de 10 km de costat aparegudes en els darrers 10 anys (1999-2009), a partir d'una revisió bibliogràfica i de dades inèdites pròpies. Seguidament, a més de llistar aquestes novetats i de referenciar-les, en comentem els aspectes més rellevants.

Resultats i discussió

En aquesta darrera dècada s'han citat un total de 52 tàxons nous en l'àrea dels 21 quadrats de 10 x 10 km considerats (vegeu l'Annex). Es tracta d'un nombre relativament alt tenint en compte que una part de l'àrea era ja força explorada, i que durant aquesta dècada gairebé no s'hi ha dut a terme cap treball intensiu de flora. Una és novetat per a la ciència (*Pedicularis pyrenaica* subsp.

praetermissa), cinc (incloent l'anterior) representen novetats per a la península Ibèrica, 16 (incloent les anteriors) són novetat per a la flora de Catalunya, i les 36 restants són novetats per a l'àrea estudiada.

També cal tenir present que d'algunes plantes ja conegudes de la zona, però considerades molt restringides o amb citacions molt antigues, se n'han trobat noves poblacions d'elevat interès corològic i conservacionista (*Alyssum cuneifolium*, *Arabis soyeri*, *Carex liparocarpos*, *Festuca alpina*, *Gnaphalium hoppeanum*, *Matthiola valesiaca*, *Lathyrus bauhini*, *Pedicularis rosea*, *Saxifraga aretioides*, *Trifolium pallescens*, *Woodsia alpina* ...).

Així, els Pirineus segueixen sent un territori potencialment interessant per a la recerca florística. Les troballes esmentades en aquest treball mostren que encara queda feina a fer per completar el coneixement florístic de molts sectors, necessari per afinar les actuacions de conservació. Cal destacar que, de mitjana, aquesta darrera dècada s'han trobat 4 tàxons nous per quadrat en l'àrea considerada, amb un màxim de 22 i mínims de 0 (fig. 2). Els valors màxims es donen a l'extrem oriental del territori estudiat, principalment perquè s'hi han

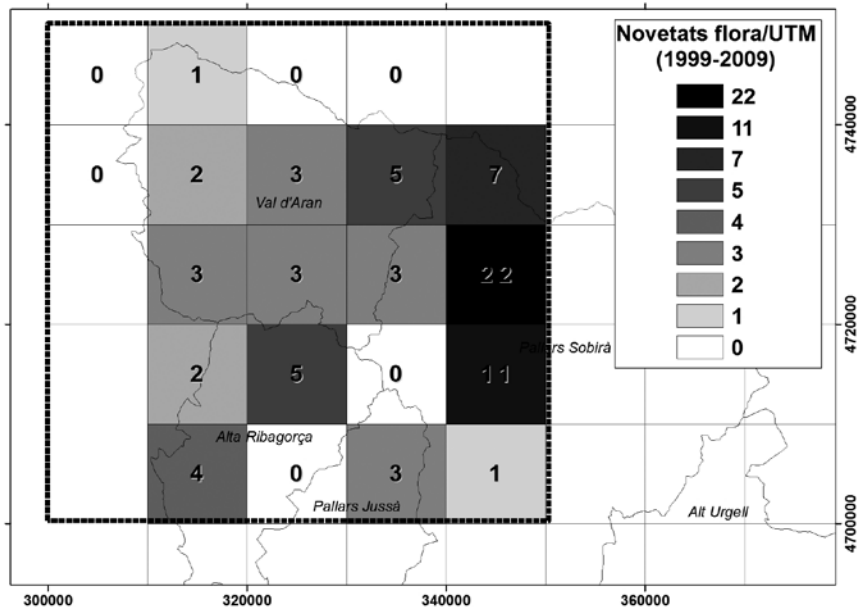


FIGURA 2. Número de nous tàxons per quadrat UTM descoberts la darrera dècada (1999-2009).

dut a terme alguns treballs específics de flora (treballs de flora al Parc Natural de l'Alt Pirineu i al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici, i un catàleg de flora a les Planes de Son i la Mata de València). Per contra, no s'ha trobat cap novetat en quatre quadrats perifèrics (segurament perquè tenen molt poc territori a Catalunya) i en dos quadrats més situats al centre i a la perifèria del Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici.

D'aquestes troballes recents no hi ha una tendència clara pel que fa a l'hàbitat. Alguns dels tàxons citats són propis d'ambients poc accessibles, que sovint acullen plantes rares, com són pedrusques i vessants rocallosos (*Vicia argentea* o *Xatardia scabra*) o indrets aigualosos (*Salix lapponum*, *Potamogeton lucens*, *Polygonum amphibium*...), mentre que altres apareixen en hàbitats més uniformes i que atreuen menys l'atenció dels botànics (*Potentilla gr. pensylvanica*, *Botrychium matricariifolium*, *Cerinth glabra*, *Viola parvula*...). Es troben també en aquest darrer cas *Juniperus thurifera* i *Vaccinium vitis-idaea*, que sorprenen particularment per tractar-se de plantes llenyoses que, a més, formen extenses poblacions.

En un altre aspecte, uns pocs esforços puntuals han detectat novetats als gèneres *Orobanche* i *Festuca*, i és fàcil entendre que una revisió de materials d'aquests i d'altres gèneres complexos seria una important font de novetats; també en l'aspecte taxonòmic, destaquen els casos d'*Alyssum alpestre* (que s'havia assimilat a *Alyssum serpyllifolium* Desf.) i de *Pedicularis pyrenaica* subsp. *praetermissa* (no distingit de *P. pyrenaica* fins fa pocs anys, per Soriano et al. 2006).

Un altre grup de novetats el formen les espècies al·lòctones, en algun cas en forma de població accidental (*Salvia sylvestris*) i en altres com a plantes ja naturalitzades (*Impatiens balfourii*, *Rosa moschata* o *Senecio inaequidens*).

Cal destacar que la majoria d'aquestes troballes s'han fet en el marc de treballs tècnics relacionats amb la gestió d'espais naturals protegits, sense vincle amb projectes de recerca. De fet, els estudis florístics no són prioritaris en l'àmbit de la recerca científica, ni l'aprenentatge de la flora i de la recerca associada es contemplen gaire en els nous plans d'estudi universitaris. També, en l'última dècada es detecta una clara tendència a la baixa en el nombre de publicacions d'aquesta temàtica; segons les dades del Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya (Font 2010), entre els anys 1980 i 2000 hi ha una mitjana de més de 150 publicacions sobre flora vascular cada 5 anys, mentre que en els 9 anys del segle XXI transcorreguts aquesta mitjana baixa a menys de 50. D'acord amb els resultats presentats, on constatem que part de la flora més rara i interessant del Pirineu central català encara és relativament poc coneguda, caldria potenciar els estudis florístics, especialment de les àrees menys explorades i d'aquelles que formen part d'espais naturals protegits.

Bibliografia

- AFÁN, I. 2001. El seneci del cap, una espècie invasora. *Bioma* 3: 18-20.
- ANPNAP, Anuari Naturalista del Parc Natural de l'Alt Pirineu 2005, 2006, 2007, 2008. Dept. Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya.
- AYMERICH, P. 2004. *Melampyrum sylvaticum* L. retrobat a Catalunya. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.* 72: 88.
- AYMERICH, P. 2008a. Notes florístiques de l'Alt Pallars (Pirineus centrals). *Acta Bot. Barcin.* 51: 17-34.
- AYMERICH, P. 2008b. La savina turífera als Pirineus catalans: distribució, població i conservació. *Orsis* 23: 9-26.
- AYMERICH, P. 2009. *Salix hastata* L. a Catalunya. *Orsis* 24: 177-178.
- AYMERICH, P. & SORIANO, I. 2004. Noves localitats pirinenques de *Viola parvula* Tineo. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.* 72: 87.
- BENITO, J. L. & MONTSERRAT, P. 2000. Aportaciones a la flora catalana. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.* 68: 93-95.
- CARLÓN, L., GÓMEZ CASARES, G., LAÍNZ, M., MORENO MORAL, G. & SÁNCHEZ PEDRAJA, Ó. 2003. Más, a propósito de algunas *Orobanche* (*Orobanchaceae*) del norte y este de la Península Ibérica. *Documentos Jard. Bot. Atlántico* 2: 1-45.
- CARLÓN, L., GÓMEZ CASARES, G., LAÍNZ, M., MORENO MORAL, G., SÁNCHEZ PEDRAJA, Ó. & SCHNEEWEISS, G. M. 2005. Más, a propósito de algunas *Orobanche* L. y *Phelipanche* Pomel (*Orobanchaceae*) del oeste del Paleártico. *Documentos Jard. Bot. Atlántico* 3: 1-72.
- CARLÓN, L., GÓMEZ CASARES, G., LAÍNZ, M., MORENO MORAL, G., SÁNCHEZ PEDRAJA, Ó. & SCHNEEWEISS, G. M. 2008. Más, a propósito de algunas *Phelipanche* Pomel, *Boulardia* F. W. Schultz y *Orobanche* L. (*Orobanchaceae*) del oeste del Paleártico. *Documentos Jard. Bot. Atlántico* 6: 1-127.
- CARLÓN, L., GÓMEZ CASARES, G., LAÍNZ, M., MORENO, G. & SÁNCHEZ PEDRAJA, Ó. 2009. Distribución de *Orobanche bartlingii* Griseb. (*Orobanchaceae*) en los Pirineos y otros datos. *Yesca* 21: 15-24.
- CARRERAS, J., CARRILLO, E., MASALLES, R. M., NINOT, J. M. & 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, J. M. 1992. Flora i vegetació de les valls d'Espot i de Boí, 2 vols. I.E.C. *Arxius Sec. Cièn.* 99/1-2. 474 i 350 pp.
- FONT, X. 1993. Estudis geobotànics sobre els prats xeròfils de l'estatge montà dels Pirineus. I.E.C., *Arxius Sec. Cièn.* 105. 828 pp.
- FONT, X. 2010. *Mòdul de Flora, Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya*. Generalitat de Catalunya & Universitat de Barcelona. <http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html>
- GIMÉNEZ, G. 2003. Nova espècie de planta citada. *El Portarró* 13: 10.
- GIMÉNEZ, G. 2009. El nabiu roig. *El Portarró* 25: 19.
- GRUBER, M. 1978. *La végétation des Pyrénées ariégeoises et catalanes occidentales*. Thèse, Fac. Sc. Techn. St. Jérôme. Université Aix-Marseille, III.
- GUARDIOLA, M., PETIT, A. & NINOT, J. M. 2009. Aportacions a la flora dels Pirineus centrals. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.* 75: 31-40.
- GUARDIOLA, M., PETIT, A. & NINOT, J. M. 2010. Seguiment de les poblacions de *Xatardia scabra* (julivert d'isard), *Potentilla* gr. *pennsylvanica* i *Woodсия alpina* al Parc Nacional d'Aiguestortes i Estany de Sant Maurici. VIII Jornades sobre Recerca al Parc Nacional d'Aiguestortes i Estany de Sant Maurici: 59-100. Dept. Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya.

- KÜPPER, Ph. & NIETO FELINER, G. 1993. *Alyssum* L. In: Castroviejo, S. et al. (eds.). *Flora iberica* 4: 167-184. CSIC. Madrid.
- HAGEN, K. B. & KADEREIT, J. W. 2000. Notes on the systematics and evolution of *Gentiana* sect. *Ciminalis*. *Bot. Jahrb. Syst.* 122(3): 305-339.
- NINOT, J. M., BATRIU, E., MERCADÉ, A., PÉREZ-HAASE, A., CARRILLO, E., MARCH, S. & SALVAT, A. 2010. Flora vascular de les Planes de Son i de la Mata de València. *Treballs de la Inst. Cat. Hist. Nat.*
- PÉREZ-HAASE, A. 2005. Nova localitat de *Salix lapponum* L. als Pirineus. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.* 73: 89.
- PÉREZ-HAASE, A., BATRIU, E., MERCADÉ, A. & BLANCO-MORENO J. M. 2009. Sobre la distribució de *Trifolium diffusum* Ehrh. als Països Catalans. *Collect. Bot. (Barcelona)* 28: 125-129.
- RECASENS, J. & AYMERICH, P. 2001. *Senecio inaequidens* DC. al Pallars Sobirà i a la Ribagorça. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.* 68: 66-67.
- RENOBALES, G. 2003. Notas acerca del tratamiento de las *Gentianae* para 'Flora Iberica'. *Anales Jard. Bot. Madrid* 60(2): 461-469.
- SÁEZ, L. 2010. *Salvia* L. In: Morales, R. et al. (eds.). *Flora iberica* 12: 298-326. CSIC. Madrid.
- SÁEZ, L., MOLERO, J., CARRILLO, E., NINOT, J. M., GUARDIOLA, M., GUÀRDIA, L., MACÍAS, C., & AYMERICH, P. 2008. Noves contribucions al coneixement de la flora vascular del massís de Boumort (Prepirineus ibèrics, NE península Ibèrica). *Orsis* 23: 137-162.
- SORIANO, I., BERNAL, M. & SÁNCHEZ-CUXART, A. 2006. Una nova subespècie de *Pedicularis pyrenaica* J. Gay (*Scrophulariaceae*) als Pirineus centrals. *Acta Bot. Barcin.* 50: 435-439.
- VIGO, J. 2009. La botànica a l'Institut d'Estudis Catalans. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.* 75: 11-30.
- VIGO, J., SORIANO, I., CARRERAS, J., AYMERICH, P., CARRILLO, E., FONT, X., MASALLES, R. M. & NINOT, J. M. 2003. *Flora del Parc Natural del Cadi-Moixeró i de les serres veïnes*. Monografies del Museu de Ciències Naturals, 1. Barcelona.

Annex

Tàxons nous per a l'àrea considerada, citats a la bibliografia o en aquest treball. Per a cada un es donen dades generals de la seva localització i d'on provenen les dades. S'han diferenciat en novetats per a la ciència, per a la península Ibèrica, per a Catalunya i per a l'àrea estudiada.

Tàxon	Localització, UTM	Procedència de les dades
Novetat per a la ciència		
<i>Pedicularis pyrenaica</i> Gay subsp. <i>praetermissa</i> I. Soriano, Bernal & Sánchez Cuxart	Pallars Sobirà i Vall d'Aran (CH12, CH13, CH32, CH33, CH42, CH43, CH52)	Soriano <i>et al.</i> 2006, Ninot <i>et al.</i> 2010 i dades inèdites (Alt Àneu)
Novetats per a la península Ibèrica		
<i>Cerinte glabra</i> Miller	Alt Àneu (CH43)	Aymerich 2008a
<i>Orobanche bartlingii</i> Griseb.	CH13, CH23	Carlón <i>et al.</i> 2003, 2009
<i>Orobanche purpurea</i> Jacq. subsp. <i>bohemica</i> (Čelak) Kubát	Vall d'Aran (CH22),	Carlón <i>et al.</i> 2008
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	Alt Àneu (CH42)	Giménez 2009, Ninot <i>et al.</i> 2010
Novetats per a Catalunya		
<i>Alyssum alpestre</i> L	CH41, CH42, CH43, CH10	Sáez <i>et al.</i> 2008
<i>Cruciata pedemontana</i> (Bellardi) Ehrend.	Alt Àneu (CH42, CH43)	Pérez-Haase <i>et al.</i> , <i>in press.</i>
<i>Festuca laevigata</i> Gaudin	Alt Àneu (CH42)	Ninot <i>et al.</i> 2010
<i>Festuca longifolia</i> Thuill.	Alt Àneu (CH42)	Ninot <i>et al.</i> 2010
<i>Gentiana angustifolia</i> Vill. subsp. <i>corbariensis</i> (Braun-Blanq.) Renob.	Vall d'Aran, Espot i Alt Àneu (CH12, CH31, CH43)	Renobales 2003, Aymerich 2008a
<i>Hypericum linariifolium</i> Vahl	Vall d'Aran (CH14)	Benito & Montserrat 2000
<i>Juniperus thurifera</i> L.	CH41, CH50, CH51, CH61	Aymerich 2008b
<i>Orobanche haenseleri</i> Reut.	valls de Boí i d'Aran (CH21, CH32, CH33)	Carlón <i>et al.</i> 2003 i dades inèdites
<i>Pulsatilla alpina</i> (L.) Delabre subsp. <i>cantabrica</i> M. Lainz	Vall d'Aran (CH23)	Benito & Montserrat 2000
<i>Salvia sylvestris</i> L.	la Guingueta (CH41)	Aymerich 2008a, Sáez 2010
<i>Vicia argentea</i> Lapeyr.	Montorroio (CH30)	Guardiola <i>et al.</i> 2009
Novetats per a l'àrea considerada en aquest estudi		
<i>Alisma lanceolatum</i> With	embassament de la Torrassa (CH41)	Aymerich <i>in</i> ANPNAP 2008
<i>Botrychium matricariifolium</i> A. Br. ex Koch	Caldes de Boí (CH21)	Giménez 2003
<i>Bromus inermis</i> Leysser	Alt Àneu (CH42)	Ninot <i>et al.</i> 2010

<i>Cheilanthes acrostica</i> (Balbis) Tod	la Guingueta (CH41)	Aymerich in ANPNAP 2005
<i>Ephedra nebrodensis</i> Tineo ex Guss.	la Guingueta (CH41)	Aymerich 2008a
<i>Epipactis rhodanensis</i> Gévaudan & Robatsch	embassament de Cardet, 1.080 m (CH10)	Dades inèdites
<i>Euphorbia dulcis</i> L. subsp. <i>angulata</i> (Jacq.) Rouy	Alt Àneu (CH43)	Aymerich in ANPNAP 2006
<i>Gagea reverchonii</i> Degen	Alt Àneu (CH42),	Aymerich 2008a
<i>Impatiens balfourii</i> Hook f.	Alt Àneu, Baruera (CH42, CH10)	Ninot <i>et al.</i> 2010 i dades inèdites
<i>Lathyrus angulatus</i> L.:	Alt Àneu (CH42)	Ninot <i>et al.</i> 2010
<i>Lens culinaris</i> Medic. subsp. <i>nigricans</i> (M. Bieb.) Thell.	Esterri d'Àneu (CH42)	Ninot <i>et al.</i> 2010
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.	Alt Àneu (CH33, CH42, CH43)	Aymerich 2004, 2008a, Ferré & Carreras in ANPNAP 2005
<i>Minuartia laricifolia</i> (L.) Schinz & Thell. subsp. <i>diomedis</i> (Br.-Bl.) Mattf.	Espot (CH41)	Guardiola <i>et al.</i> 2009
<i>Ornithogalum orthophyllum</i> Ten. subsp. <i>monticolum</i> (Jord. et Fourr.) O. Bolòs, Vigo, Masalles et Ninot	estany de Llebreta (CH21)	Guardiola <i>et al.</i> 2009
<i>Orobanche artemisiae-campestris</i> Gaud subsp. <i>artemisiae-campestris</i>	Alta Ribagorça i Pallars Sobirà CH22, CH42	Carlón <i>et al.</i> 2003
<i>Orobanche elatior</i> Sutton	Vall d'Aran (CH23)	Carlón <i>et al.</i> 2005
<i>Orobanche reticulata</i> Wallr.	Montsent de Pallars (CH30)	Guardiola <i>et al.</i> 2009
<i>Petasites paradoxus</i> (Retz.) Baumg.	Solell de Ruda, vall d'Aran (CH32)	Aymerich in Font 2010
<i>Polygonum amphibium</i> L.	embassament de la Torrassa (CH41)	Aymerich in ANPNAP 2005
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	Alt Àneu, (CH42)	Ninot <i>et al.</i> 2010
<i>Potamogeton lucens</i> L.	estanho d'Escunhau, vall d'Aran (CH22)	Dades inèdites
<i>Potentilla</i> gr. <i>pensylvanica</i> L.	Barravés i vall de Boí (CH11, CH21)	Guardiola <i>et al.</i> 2010 i dades inèdites
<i>Rosa moschata</i> Herrm.	Pallars Sobirà (CH41, CH42)	ANPNAP 2005, 2007, Ninot <i>et al.</i> 2010
<i>Salix lapponum</i> L.	Beret (CH33)	Pérez-Haase 2005
<i>Salix hastata</i> L.	Marimanya (CH33)	Aymerich 2009
<i>Saxifraga pubescens</i> Pourr. subsp. <i>pubescens</i>	Tuc de Molières (CH12)	Guardiola <i>et al.</i> 2009
<i>Scirpus lacustris</i> L. subsp. <i>lacustris</i>	embassament de la Torrassa (CH41)	Aymerich in ANPNAP 2008
<i>Senecio inaequidens</i> DC.	CH10, CH30, CH40	Afán 2001, Recasens & Aymerich 2001

<i>Typha dominguensis</i> (Pers.) Steudel	Esterra d'Àneu (CH42)	Ninot <i>et al.</i> 2010
<i>Thymus serpyllum</i> L. subsp. <i>decipiens</i> (H. Braun) Lyka	Alt Àneu (CH42)	Guardiola <i>et al.</i> 2009
<i>Trifolium diffusum</i> Ehrh.	Alt Àneu (CH41, CH42)	Pérez-Haase <i>et al.</i> 2009
<i>Trifolium retusum</i> L.	Llavorre i Esterra d'Àneu (CH41, CH42)	Ninot <i>et al.</i> 2010 i dades inèdites
<i>Vicia lathyroides</i> L.	Alt Àneu (CH42)	Aymerich in ANPNAP 2006, Ninot <i>et al.</i> 2010
<i>Viola parvula</i> Tineo	Cerbi (CH42)	Aymerich & Soriano 2004
<i>Viola tricolor</i> L. subsp. <i>minima</i> Gaud.	Cierco, vall de Barravés (CH11)	Dades inèdites
<i>Xatardia scabra</i> (Lapeyr.) Meissn.	Vall de Boí (CH21)	Guardiola <i>et al.</i> 2009, 2010

Flora de los hábitats hidroturbosos del Noroeste de Navarra

Patxi Heras Pérez¹, Marta Infante Sánchez¹, Idoia Biurrun Galarraga²,
Juan Antonio Campos Prieto² & Asun Berastegi Gartzandia³

•••••

ABSTRACT

Flora of mires of northwestern Navarra, Spain

The floristical catalogue (cormophytes and bryophytes) from the study of 16 mires carried out in Northwestern Navarra is presented. The catalogue is composed of 317 taxa of cormophytes and 115 of bryophytes. A brief comment on the most interesting taxa and the floristic novelties for Navarra is also included.

Key words: flora, fen, bog, Iberian Peninsula, Pyrenees

RESUMEN

Se presenta el catálogo florístico (cormófitos y briófitos) obtenido del estudio de 16 enclaves hidroturbosos del noroeste de Navarra, compuesto por 317 taxones de cormófitos y 115 de briófitos. Se comentan brevemente las especies de mayor interés y las novedades florísticas para Navarra.

Palabras clave: flora, turbera, península ibérica, Pirineos

Introducción

Durante 2005 y 2006 se realizó un trabajo de caracterización de los ambientes de turbera de Navarra para el Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Navarra. El objetivo era establecer las bases técnicas de gestión y conservación de estos hábitats en Navarra y uno de los resultados más notables fue la elaboración del inventario florístico de cormófitos y briófitos que se presenta a continuación.

La flora y vegetación de los ambientes de turbera navarros ya ha sido objeto de atención por varios autores. Señalamos para las plantas vasculares los trabajos de Báscones (1978), Catalán (1987), Ursúa & Báscones (1987), Aldezabal

1. Museo de Ciencias Naturales de Álava. Fra. de las Siervas de Jesús 24, E-01001 Vitoria. bazzania@arrakis.es

2. Universidad del País Vasco, Facultad de Ciencia y Tecnología

3. Gestión Ambiental, Viveros y Repoblaciones de Navarra S.A.

(1994), Lorda (1996), Biurrun (1999), Lorda (2001) y Balda (2002). Por su parte, existen referencias para los briófitos, especialmente los esfagnos, en Báscones *et al.* (1984), Garde & García Bona (1984), Arraiza (1985), Ederria *et al.* (1987) y Heras (1992).

Metodología

La tabla 1 presenta los 16 enclaves considerados y el mapa de la figura 1 su ubicación en el noroeste de Navarra. Durante la ejecución del trabajo se realizaron en el conjunto de los 16 enclaves un total de 146 inventarios fitosociológicos, entre la primavera de 2005 y primavera – verano de 2006.

TABLA 1. Listado de los enclaves estudiados. La superficie señalada para Mendaur y Okolin es la global de la zona donde se localizan las varias áreas húmedas que existen, siendo la superficie real de cada pequeño enclave hidroturboso menor.

<i>nombre</i>	<i>coordenadas UTM de referencia</i>	<i>altitud (m s.n.m.)</i>	<i>superficie (ha)</i>	<i>cuenca hidrográfica</i>
Alkurruntz	621136_4786105	550 - 756	1,99	Cantábrica (Bidasoa)
Argintzu	623517_4768940	1.129	3,2	Cantábrica (Bidasoa)
Arxuri	617240_4790079	475 - 540	18,31	Cantábrica (La Nivelles)
Azaldegi	624299_4769636	944	0,76	Cantábrica (Bidasoa)
Baigura	644198_4749188	1.200	3,44	Mediterránea (Arga)
Baltsagorrieta	6172235_4759866	950 - 981	2,69	Mediterránea (Arga)
Belate	612104_4766882	835	40,3	Cantábrica (Bidasoa) + Mediterránea (Arga)
Gesaleta	616427_4759802	900	2,74	Mediterránea (Arga)
Gorramakil	627677_4786709	1.030 - 1.041	2,32	Cantábrica (La Nive)
Jauregiaroztegi	636180_4760361	880	1,41	Mediterránea (Irati)
Lisketa	622667_4770624	675	1,54	Cantábrica (Bidasoa)
Maulitx	624339_4777448	610 - 650	3,06	Cantábrica (Bidasoa)
Mendaur	604134_4779200	934 - 1.100	4,11	Cantábrica (Bidasoa)
Mendibil	617847_4790642	524 - 520	4,4	Cantábrica (La Nivelles)
Okolin	614_4766	1.060 - 1.200	43,6	Mediterránea (Arga)
Xurriain	617590_4765341	1.320 - 1.395	2,74	Mediterránea (Arga)

Resultados

El siguiente listado reúne tanto los taxones detectados a lo largo del estudio como los citados en la bibliografía. Se señalan los taxones que consideramos característicos de medios hidroturbosos (habituales y exclusivos, marcados con • y •• respectivamente), así como los que son ocasionales y aquellos que sin ser propiamente característicos de medios hidroturbosos habitaban en los ambientes

estrechamente relacionados con ellos. Mediante un * se indican los taxones más interesantes, como nuevos registros para Navarra, ampliación del área conocida, gran relevancia fitogeográfica o poblaciones de interés. Las siglas indican el enclave en el que el taxon fue hallado (Al: Alkurruntz, Arg: Argintzu, Arx: Arxuri, Az: Azaldegi, Bai: Baigura, Bal: Baltsagorrieta, Be: Belate, Ge: Gesaleta, Go: Gorramakil, Ja: Jauregiaroztegi, Li: Lisketa, Ma: Maulitx, Mda: Mendaur, Mdi: Mendibil, Ok: Okolin, Xu: Xuriain).

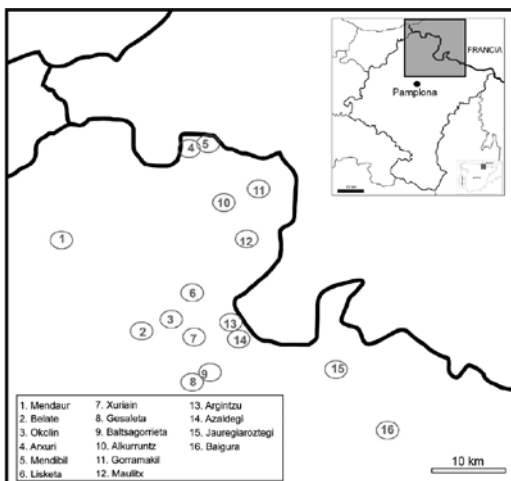


FIGURA 1. Ubicación de los enclaves hidroturbosos estudiados.

Cormófitos

Achillea millefolium L. (Be)

Agrostis canina L. (Be)

- *Agrostis capillaris* L. (Al, Arg, Arx, Az, Bai, Bal, Be, Ge, Go, Ja, Li, Ma, Mda, Mdi, Ok, Xu)
- *Agrostis curtisii* Kerguélen (Al, Arg, Arx, Az, Bal, Be, Go, Ma, Mda, Mdi, Ok, Xu)
- *Agrostis hesperica* Romero, Blanca & Morales (Arx, Az, Ja, Li, Ma, Mdi, Ok)
- *Agrostis stolonifera* L. var. *stolonifera* (Be, Ja, Mdi)
- *Ajuga reptans* L. (Be)
- *Alisma plantago-aquatica* L. (Ja)
- *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner (Li)
- **Alopecurus geniculatus* L. (Be, Ja)
- *Anagallis tenella* (L.) L. (Al, Arg, Arx, Az, Bal, Be, Ja, Ma, Mda, Mdi, Ok, Xu)

Anemone nemorosa L. (Bai, Be, Mda)

* *Angelica major* Lag. (Ja)

Angelica razulii Gouan (Arg)

Angelica sylvestris L. (Be)

- *Anthoxanthum odoratum* L. (Al, Arg, Az, Be, Ja, Li, Ma, Mda, Mdi, Ok)

Aphanes arvensis L. (Be)

- *Apium nodiflorum* (L.) Lag. (Be, Ja)

Arenaria montana L. (Mda, Xu)

Arnica montana L. (Mda)

Arum maculatum L. (Be)

- *Asphodelus albus* Miller subsp. *albus* (Bal, Bai)

Asplenium viride Hudson (Be, Xu)

- *Athyrium filix-femina* (L.) Roth (Be, Bai, Ok)

* *Barbarea intermedia* Boreau (Be)

- *Bellis perennis* L. (Al, Arg, Be, Mda)

Bellis sylvestris Cyr. (Be)

- *Betula pubescens* Ehrh. subsp. *celtibérica* (Rothm. & Vasc) Rivas Martínez (Bai, Bal, Ge, Mda)

* *Bidens cernua* L. (Ja)

- *Blechnum spicant* (L.) Roth (Al, Arg, Arx, Az, Bai, Be, Ge, Ma, Mda, Mdi, Xu)

Brachypodium pinnatum (L.) Beauv. subsp. *rupes-tre* (Host) Schübler & Martens (Al, Bal, Mda)

- *Briza media* L. (Be, Ja)
- *Callitriche stagnalis* Scop. (Al, Arg, Az, Be, Mda)
- *Calluna vulgaris* (L.) Hull (Al, Arg, Arx, Az, Bai, Bal, Be, Ge, Go, Li, Ma, Mda, Mdi, Ok, Xu)

•• *Caltha palustris* L. (Arx, Az, Be, Ja, Mda)

- *Caltha palustris* L. var. *minor* (Miller) DC. (Arg, Ok)

- Campanula patula* L. subsp. *patula* (Ja)
Capsella bursa-pastoris (L.) Medicus (Be)
- *Cardamine flexuosa* With. (Be)
 - *Cardamine pratensis* L. subsp. *pratensis* (Arg, Az, Be, La, Mda)
 - *Carex binervis* Sm. (Al, Arx, Az, Bai, Bal, Be, Ge, Li, Mda, Mdi)
 - * *Carex brizoides* L. (Be)
- Carex caryophyllea* Latourr. (Arg, Arx, Ja, Ok, Xu)
- *Carex demissa* Hornem. (Al, Arg, Arx, Bai, Bal, Be, Ja, Ma, Mda, Ok)
 - * *Carex divulsa* Stokes subsp. *divulsa* (Be)
 - *Carex echinata* Murray (Al, Arg, Arx, Az, Bai, Bal, Be, Ge, Ja, Li, Ma, Mda, Mdi, Ok, Xu)
 - *Carex flacca* Schreber (Arx, Bal, Be, Ja)
 - *Carex hirta* L. (Ja)
 - * *Carex hostiana* DC. (Be)
 - *Carex laevigata* Sm. (Be, Mda, Mdi)
 - *Carex leporina* L. (Be, Ja, Li, Mda)
 - *Carex panicea* L. (Al, Arg, Arx, Bal, Be, Go, Ja, Ma, Mda, Mdi, Ok)
 - *Carex pilulifera* L. (Al, Arg, Arx, Bai, Go, Ma, Mda, Xu)
 - *Carex pulicaris* L. (Arx, Be, Ma, Mda, Xu)
- Carex remota* L. (Bai, Be)
- *Carum verticillatum* (L.) Koch (Al, Arg, Arx, Az, Be, Go, Ja, Li, Ma, Mda, Mdi, Ok, Xu)
 - *Catabrosa aquatica* (L.) Beauv. (Ja)
- Centaurea debeauxii* Gren. & Godron (Be, Li)
- * *Centaurea nigra* L. (Ja)
 - *Cerastium fontanum* Baumg. subsp. *vulgare* (Hartman) Greuter & Burdet (Arg, Be, Ja)
- Chaerophyllum hirsutum* L. (Mda)
- *Chamaemelum nobile* (L.) All. (Al, Be, Ja, Ma)
- Chrysosplenium oppositifolium* L. (Arg, Be)
- * *Cicerbita plumieri* (L.) Kirschleger (Bai)
- Circaea lutetiana* L. subsp. *lutetiana* (Be)
- *Cirsium filipendulum* Lange (Al, Arx, Ma)
 - *Cirsium palustre* (L.) Scop. (Al, Arg, Az, Be, Ja, Ma, Mda, Mdi, Xu)
- Cirsium vulgare* (Savi) Ten. (Be)
- Conopodium majus* (Gouan) Loret subsp. *majus* (Be)
- Convallaria majalis* L. (Bai)
- Corylus avellana* L. (Be, Ge, Ja)
- Crataegus monogyna* Jacq. (Be, Ja)
- *Crepis paludosa* (L.) Moench (Be)
 - *Cruciata glabra* (L.) Ehrend. (Arg, Arx, Bal, Be, Mdi)
 - *Cynosurus cristatus* L. (Be, Ja)
- Cytisus scoparius* (L.) Link subsp. *scoparius* (Bai)
- *Daboecia cantabrica* (Hudson) C. Koch (Az, Bai, Bal, Go, Li, Ma, Mda, Ok, Xu)
 - *Dactylorhiza elata* (Poir.) Soó subsp. *sesquipedalis* (Willd.) Soó (Az)
 - *Dactylorhiza maculata* (L.) Soó *s.l.* (Arx, Az, Bai, Be, Ge, Li, Ma, Mda, Ok)
 - *Danthonia decumbens* (L.) DC. (Al, Arg, Arx, Bai, Bal, Be, Go, Ja, Li, Ma, Mda, Mdi, Ok, Xu)
 - *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv. (Ja)
- Deschampsia flexuosa* (L.) Trin. (Arg, Az, Bai, Li, Mda, Xu)
- Digitalis purpurea* L. subsp. *purpurea* (Az)
- * *Doronicum carpetanum* Boiss. & Reuter ex Willk. (sub *D. pardalianches* L.) (Mda)
 - * *Drosera intermedia* Hayne (Arx)
 - *Drosera rotundifolia* L. (Al, Arg, Arx, Az, Bai, Bal, Be, Ge, Li, Ma, Mda, Mdi, Ok, Xu)
- Dryopteris affinis* (Lowe) Fraser-Jenkins subsp. *affinis* (Arx)
- * *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H.P. Fuchs (Arx, Li)
- Dryopteris dilatata* (Hoffm.) A. Gray (Bai, Li, Mda)
- *Eleocharis multicaulis* (Sm.) Desv. (Al, Arx, Be, Bal, Ma)
 - *Eleocharis palustris* (L.) Roemer & Schultes subsp. *vulgaris* Walters (Be, Ja, Ok)
- * *Epilobium angustifolium* L. (Be)
- Epilobium hirsutum* L. (Ja)
- *Epilobium obscurum* Schreb. (Ja, Mda, Ok)
 - Epilobium parviflorum* Schreb. (Be, Ja)
 - *Epilobium tetragonum* L. subsp. *tetragonum* (Al, Arg, Az, Ja,)
 - *Equisetum arvense* L. (Ja)
 - *Equisetum fluviatile* L. (Be)
 - *Equisetum palustre* L. (Be)
 - *Equisetum x litorale* Kuhlew. ex Rupr. (*Equisetum arvense* x *E. fluviatile*) (Arg)
 - *Erica ciliaris* L. (Al, Arx, Ma, Mdi)
 - *Erica cinerea* L. (Al, Arx, Bal, Go, Ma, Mda)
 - *Erica tetralix* L. (Al, Arg, Arx, Az, Bai, Bal, Be, Ge, Go, Li, Ma, Mda, Mdi, Ok, Xu)
 - *Erica vagans* L. (Al, Arg, Arx, Az, Bai, Bal, Be, Ge, Li, Ma, Mda, Mdi, Ok)
 - * *Eriophorum angustifolium* Honckeney (Arx, Bai, Bal, Be, Ge)
- Erythronium dens-canis* L. (Bai, Be)
- *Eupatorium cannabinum* L. subsp. *cannabinum* (Be)
- Euphorbia angulata* Jacq. (Arx)
- Euphorbia dulcis* L. (Bai, Be, Li, Mdi)
- Fagus sylvatica* L. (Bai, Bal, Be, Ge, Ma, Li)

- *Festuca arundinacea* Schreber (Be)
- Festuca heterophylla* Lam. subsp. *braun-blanquetii*
Fuente, Ortúñez & Ferrero (Bai, Li)
- *Festuca nigrescens* Lam. *microphylla* (St-Yves)
Markgr.-Dannenb. (Al, Arg, Arx, Bai, Be, Go,
Ja, Li, Mda, Ok, Xu)
- Festuca ovina* L. subsp. *hirtula* (Hackel ex Travis)
Wilkinson & Stace (Go, Mda)
- Festuca heteromalla* Pourret -*rivularis* Boiss.
(Al, Arg, Az, Be, Li, Mdi, Ok)
- Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. subsp. *ulmaria* (Ja)
- *Frangula alnus* Miller (Ja)
- *Fraxinus excelsior* L. (Be)
- Galium aparine* L. (Be, Ja)
- Galium mollugo* L. (Be)
- *Galium palustre* L. (Al, Arg, Az, Be, Ja, Ma, Mda)
- Galium saxatile* L. (Arg, Arx, Az, Bai, Be, Go,
Li, Mda, Mdi, Ok, Xu)
- *Galium uliginosum* L. (Ja, Mda)
- Genista anglica* L. (Arx, Ok)
- *Genista tinctoria* L. (Ja)
- Gentiana lutea* L. subsp. *lutea* (Bai)
- Gentiana pneumonanthe* L. (Arx, Az, Bai, Be,
Go, Ok, Xu)
- *Glyceria declinata* Bréb. (Be, Ja)
- *Glyceria fluitans* (L.) R. Br. (Az, Be, Ja, Mda)
- Helleborus viridis* L. subsp. *occidentalis* (Reuter)
Schiffner (Be)
- Hepatica nobilis* Schreber (Be)
- Holcus lanatus* L. (Al, Az, Be, Ja, Li, Ma,
Mda, Mdi)
- Holcus mollis* L. subsp. *mollis* (Ge, Mda)
- * *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank &
C.F.P. Mart. (Arg, Go, Mda, Xu)
- Hydrocotyle vulgaris* L. (Arx)
- Hypericum androsaemum* L. (Li)
- Hypericum elodes* L. (Arg, Arx, Az, Bal, Be,
Li, Ma, Mdi, Ok)
- Hypericum humifusum* L. (Arx, Ma, Mda)
- Hypericum pulchrum* L. (Az)
- Hypericum tetrapterum* Fries (Be, Ja)
- *Hypochoeris radicata* L. (Arg, Arx, Go, Ja, Ma,
Xu)
- *Ilex aquifolium* L. (Bai)
- Illecebrum verticillatum* L. (Ma)
- *Iris pseudacorus* L. (Ja)
- *Isoplepis cernua* (Vahl) Roem. & Schultes in J.
J. Roemer et al. (Arx, Be, Ja, Ma, Mda)
- *Isoplepis setacea* (L.) R.Br. (Al, Be, Ja, Mda,
Ok, Xu)
- Jasione laevis* Lam. (Arg, Go, Mda, Xu)
- *Juncus acutiflorus* Ehrh. ex Hoffm. (Al, Arx,
Az, Bal, Be, Ge, Ja, Li, Ma, Mdi, Ok)
- *Juncus articulatus* L. (Al, Arg, Arx, Az, Be,
Ja, Mda)
- *Juncus bufonius* L. (Al, Be, Mda)
- Juncus bulbosus* L. (Al, Arg, Arx, Az, Bai, Bal,
Be, Ge, Go, Ja, Li, Ma, Mda, Mdi, Ok)
- *Juncus conglomeratus* L. (Arx, Bai, Be, Go, Xu)
- *Juncus effusus* L. (Al, Arg, Arx, Az, Bai, Bal,
Be, Ge, Go, Ja, Li, Ma, Mda, Mdi, Ok, Xu)
- *Juncus inflexus* L. (Arx, Ja)
- Juncus squarrosus* L. (Arg, Bai, Be, Go, Ok, Xu)
- Juniperus communis* L. subsp. *communis* (Bai, Bal)
- Lastrea limbosperma* (All.) J. Holub & Pouzar
(Arg, Bai)
- Lathraea clandestina* L. (Be)
- Lathyrus linifolius* (Reichard) Bässler (Bal, Be)
- Lathyrus pratensis* L. (Ja)
- * *Leontodon pyrenaicus* Gouan (Mda, Xu)
- *Linum catharticum* L. (Arx)
- Lithodora prostrata* (Loisel.) Griseb. subsp.
prostrata (Arx)
- Lolium perenne* L. (Be)
- Lonicera periclymenum* L. subsp. *periclymenum*
(bai, Ja)
- Lotus corniculatus* L. (Be)
- *Lotus pedunculatus* Cav. (Al, Arg, Arx, Az,
Bal, Be, Ge, Ja, Li, Ma, Mda, Mdi, Ok, Xu)
- *Luzula campestris* (L.) DC. (Xu)
- Luzula forsteri* (Sm.) DC. (Be)
- *Luzula multiflora* (Retz.) Lej. subsp. *multiflora*
(Arg, Bai, Be, Li, Mda, Xu)
- Luzula sylvatica* (Huds.) Gaudin subsp. *henriquesii*
(Degen) P. Silva (Be, Mda)
- *Lychnis flos-cuculi* L. (Be, Ja)
- Lycopodiella inundata* (L.) Holub (Ma)
- * *Lycopodium clavatum* L. (Be)
- Lysimachia nemorum* L. (Be)
- *Lythrum portula* (L.) D.A. Webb s.l. (Al, Az,
Bai, Ja, Ok)
- Lythrum salicaria* L. (Be)
- Malus sylvestris* Miller (Bai)
- Meconopsis cambrica* (L.) Vig. (Be)
- Melampyrum pratense* L. (Bai)
- Melica uniflora* Retz. (Be)
- *Mentha aquatica* L. (Az, Be, Ja)
- *Mentha longifolia* (L.) Hudson (Ja)
- *Mentha pulegium* L. (Al, Be)
- Mentha suaveolens* Ehrh. (Be)
- *Mentha x dumetorum* Schultes (*Mentha aquatica* L. x *M. longifolia* (L.) Hudson) (Ja)

- **Mentha x verticillata* (*Mentha aquatica* L. x *M. arvensis* L.) (Be)
 ••**Menyanthes trifoliata* L. (Arg, Bal, Be, Ja)
 * *Meum athamanticum* Jacq. (Xu)
Moerhingia trinervia (L.) Clairv. (Be)
 • *Molinia caerulea* (L.) Moench subsp. *caerulea* (Al, Arg, Arx, Az, Bai, Bal, Be, Ge, Go, Ja, Li, Ma, Mda, Mdi, Ok, Xu)
 • *Montia fontana* L. subsp. *chondrosperma* (Fenzl) Walters (Arg, Be, Ma, Mda, Ok)
 • *Myosotis lamottiana* (Br.-Bl. ex Chassagne) Grau (Az, Be, Mda)
 • *Narcissus bulbocodium* L. subsp. *citrinus* (Baker) Fern. Casas (Be, Mda)
 • *Narcissus pseudonarcissus* L. *s.l.* (Be, Mda)
 • *Nardus stricta* L. (Arg, Bai, Ok, Xu)
 ••*Narthecium ossifragum* (L.) Hudson (Al, Arg, Arx, Az, Bai, Bal, Be, Ge, Go, Li, Ma, Mda, Ok, Xu)
 * *Orchis laxiflora* Lam. *cf.* (Be)
 ••*Osmunda regalis* L. (Bai)
Oxalis acetosella L. (Be, Li)
Papaver rhoeas L. (Be)
 ••*Parnassia palustris* L. (Arx, Be, Mda, Ok)
 ••*Pedicularis sylvatica* L. (Al, Arg, Bai, Be, Li, Ma, Mda, Ok, Xu)
Phleum pratense L. *s.l.* (Ja)
Pilosella latucella (Wallr.) P.D. Sell & C. West (Be, Ja)
Pilosella officinarum F.W. Schultz & Schultz Bip. (Ja)
 • *Pinguicula grandiflora* Lam. subsp. *grandiflora* (Al, Arg, Arx, Bai, Bal, Be, Ma, Mda, Ok, Xu)
 ••**Pinguicula lusitanica* L. (Al, Arx, Ma)
Pinus sylvestris L. var. *pyrenaica* Svob. (Bai, Bal, Ge)
Plantago lanceolata L. (Arx, Bal, Be, Li)
 • *Plantago media* L. (Be, Ja)
 • *Poa annua* L. (Al, Arg, Arx, Be)
Poa pratensis L. (Be)
 • *Poa trivialis* L. *s.l.* (Be, Ja)
 • *Polygala serpyllifolia* J.A.C. Hose (Al, Arg, Arx, Bai, Bal, Be, Ge, Go, Mda, Xu)
Polygala vulgaris L. (Xu)
Polygonatum verticillatum (L.) All. (Bai)
Polygonum hydropiper L. (Li)
Polygonum persicaria L. (Ja)
Potamogeton densus L. (Ja)
 ••*Potamogeton polygoniifolius* Pourret (Arg, Arx, Az, Be, Ja, Ma, Mdi, Al, Ok)
 • *Potentilla erecta* (L.) Raeusch. (Al, Arg, Arx, Az, Bai, Bal, Be, Ge, Go, Ja, Li, Ma, Mda, Mdi, Ok, Xu)
Potentilla montana Brot. (Be)
Potentilla sterilis (L.) Garcke (Be)
Prunella hastifolia Brot. (Ja)
 • *Prunella vulgaris* L. (Arg, Arx, Be, Ma, Mda, Ja)
 * *Prunus padus* L. (Ja)
Prunus spinosa L. (Ja)
 • *Pseudarrhenatherum longifolium* (Thore) Rouy (Al, Arx, Ma, Mda, Xu)
 • *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn subsp. *aquilinum* (Al, Arx, Az, Bai, Bal, Be, Ge, Li, Ma, Mda, Mdi, Xu)
Pulmonaria longifolia (Bast.) Boreau (Be)
Quercus petraea (Mattuschka) Liebl. (Bai, Ge)
Quercus robur L. subsp. *robur* (Ma)
 * *Ranunculus aconitifolius* L. (Bai)
Ranunculus acris L. subsp. *despectus* Laínz (Be)
Ranunculus bulbosus L. *s.l.* (Be)
Ranunculus ficaria L. (Be)
 • *Ranunculus flammula* L. subsp. *flammula* (Arg, Az, Bal, Be, Ja, Ma, Ok)
Ranunculus omiophyllus Ten. (Al, Mda)
 • *Ranunculus repens* L. (Be, Ja, Ma)
 ••**Ranunculus tripartitus* DC. (Al, Mda)
 • *Ranunculus tuberosus* Lapeyr. (Arg, Be, Ja, Mda, Ok)
 ••**Rhynchospora alba* (L.) Vahl (Al, Arx, Bal, Ge, Ma, Mdi)
 ••**Rhynchospora fusca* (L.) Aiton fil. (Arx, Ma)
Rorippa nasturtium-aquaticum (L.) Hayek (Az, Bai, Be, Ja)
Rosa canina L. (Ja)
Rubus gr. *hirtus* Waldst. & Kit. (Bai)
Rubus sect. *Corylifolii* Lindley (Be)
 • *Rubus ulmifolius* Schott (Ja)
Rumex acetosa L. subsp. *acetosa* (Be)
Rumex acetosella L. subsp. *angiocarpus* (Murb.) Murb. (Be, Xu)
Rumex conglomeratus Murray (Ja)
Rumex obtusifolius L. (Be)
 • *Sagina procumbens* L. (Arg, Be)
 • *Salix atrocinerea* Brot. (Arx, Az, Bai, Bal, Ja, Li)
 •**Salix aurita* L. (Mda)
 ••**Salix aurita* L. x *atrocinerea* Brot. (Bai)
Salix purpurea L. subsp. *lambertiana* (Sm.) A. Neumann ex Rchb. f. (Ja)
Sambucus nigra L. (Be)
 * *Sanguisorba officinalis* L. (Ja)
Saxifraga hirsuta L. subsp. *hirsuta* (Be)
 • *Schoenus nigricans* L. (Arx, Be, Xu)
Scilla lilio-hyacinthus L. (Bai)
 • *Scilla verna* Hudson (Arx, Be)
 • *Scorzonera humilis* L. (Arg, Arx, Be, Ma, Ok)

- Scrophularia alpestris* Gay ex Bentham (Be)
- *Scrophularia balbisii* Hornem. subsp. *balbisii* (Be)
 - Scutellaria minor* Hudson (Al, Arg, Arx, Az, Bal, Be, Ge, Li, Ma, Mda, Mdi)
- Sedum anglicum* Hudson (Mda, Xu)
- *Senecio aquaticus* Hill s.l. (Be)
 - *Senecio aquaticus* Hill subsp. *erraticus* (Bertol.) Tourlet (Ja)
 - **Senecio doronicum* (L.) L. subsp. *doronicum* (Be)
- Serratula tinctoria* L. s.l. (Al, Arg, Arx, Go, Ja, Xu)
- *Sibthorbia europaea* L. (Al, Be)
- Silene dioica* (L.) Clairv. (Ja)
- **Simethis mattiazi* (Vandelli) Sacc. (Bai)
 - **Soldanella villosa* Darracq ex Labarrère (Al, Mda)
- Solidago virgaurea* L. (Mda)
- Sorbus aria* (L.) Crantz (Bai, Ge, Mda)
- Sorbus aucuparia* L. (Bai, Mda)
- *Sparganium erectum* L. s.l. (Ja)
 - Sparganium erectum* L. subsp. *microcarpum* (Neuman) Hayek (Az)
 - Spiranthes aestivalis* (Poir.) Rich. (Arx)
- Stachys officinalis* (L.) Trevisan subsp. *officinalis* (Arx, Ja, Mdi)
- Stellaria alsine* Grimm (Arg, Az, Be, Ja, Ma, Mda, Ok)
- Stellaria graminea* L. (Ja)
- *Succisa pratensis* Moench (Arg, Arx, Az, Bai, Be, Ja, Li)
 - *Taraxacum* gr. *officinale* Weber (Be, Ma)
 - *Taraxacum* gr. *spectabile* Dahlst. (Be, Mda)
- Teucrium scorodonia* L. (Bai, Ja, Mda)
- Thymus praecox* Opiz subsp. *polytrichus* (A. Kerner ex Borbás) Jalas (Be)
- * *Thymus pulegioides* L. (Xu)
 - Trichophorum caespitosum* (L.) Hartm. subsp. *germanicum* (Palla) Hegi (Bai, Ge, Mda, Xu)
- Trifolium dubium* Sibth. (Be)
- *Trifolium pratense* L. (Arg, Be, Ja, Li)
 - *Trifolium repens* L. (Al, Arg, Be, Ja, Ma, Xu)
 - Triglochin palustris* L. (Ja)
 - *Ulex europaeus* L. subsp. *europaeus* (Arx, Ma)
 - *Ulex gallii* Planchon (Al, Arg, Arx, Az, Bai, Bal, Be, Go, Li, Ma, Mda, Mdi, Xu)
 - * *Ulex minor* Roth (Mda)
- Urtica dioica* L. (Az, Be, Mda)
- *Vaccinium myrtillus* L. (Arg, Az, Bai, Bal, Be, Go, Li, Mda, Ok, Xu)
 - *Valeriana dioica* L. (Arg, Be)
- Veronica arvensis* L. (Be)
- *Veronica beccabunga* L. (Arg, Be, Ja, Mda)
- Veronica chamaedrys* L. subsp. *chamaedrys* (Be, Mdi)
- Veronica montana* L. (Be)
- Veronica officinalis* L. (Arx)
- Veronica scutellata* L. (Az, Be, Ja, Mda, Ok)
- Veronica serpyllifolia* L. subsp. *serpyllifolia* (Arg, Be, Ok)
- Viburnum opulus* L. (Ja)
- Vicia sepium* L. (Be)
- Viola lactea* Sm. (Ma)
- Viola palustris* L. (Arg, Arx, Az, Bal, Be, Ge, Li, Mda, Ok)
- Viola reichenbachiana* Jordan ex Boreau (Be)
- Viola riviniana* Reichenb. (Al, Be, Ma, Mdi)
- Wahlenbergia hederacea* (L.) Reichenb. (Al, Arg, Arx, Be, Ge, Go, Li, Ma, Mda, Mdi, Ok)

Bríofitos, Hepáticas

- *Aneura pinguis* (L.) Dumort. (Arg, Bel, Ge, Mdi, Ok)
- Bazzania trilobata* (L.) Gray (Mdi)
- Calypogeia arguta* Nees et Mont. (Be)
- * *Calypogeia integristipula* Steph. (Bai)
- Calypogeia muelleriana* (Schiffn.) Müll. Frib. (Mda)
- *Calypogeia fissa* (L.) Raddi (Be)
 - *Cephalozia bicuspidata* (L.) Dumort. (Bai, Be)
 - Cephalozia connivens* (Dicks.) Lindb. (Bai, Ge)
 - Cladopodiella fluitans* (Nees) H. Buch (Bai)
 - Conocephalum conicum* (L.) Dumort. (Be)
- Diplophyllum albicans* (L.) Dumort. (Bai, Go, Mda, Ok, Xu)
- Frullania dilatata* (L.) Dumort. (Li)
- Frullania fragilifolia* (Taylor) Gottsche et al. (Bai, Ma)
- Frullania tamarisci* (L.) Dumort. (Bai)
- Gymnocolea inflata* (Huds.) Dumort. (Go, Ok)
 - Kurzia pauciflora* (Dicks.) Grolle (Bai, Ma)
 - Kurzia trichocladus* (Müll. Frib.) Grolle (Mda, Xu)
 - *Jungermannia gracillima* Sm. (Al, Arx, Bai, Be, Mda, Ok)
- Lophocolea bidentata* (L.) Dumort. (Az)
- * *Lophozia incisa* (Schrad.) Dumort. (Xu)
- Lophozia silvicola* H. Buch (Arg, Mda, Xu)
- Lophozia ventricosa* (Dicks.) Dumort. (Mda, Xu)
- Marsupella sphacelata* (Gieseke ex Lindenb.) Dumort. (Bai, Go, Ok)
- **Metzgeria fruticulosa* (Dicks.) A. Evans (Bel, Li)
 - Metzgeria furcata* (L.) Dumort. (Li)
 - Nardia compressa* (Hook.) Gray (Ok)
 - Nardia scalaris* Gray (Be)

- Odontoschisma sphagni* (Dicks.) Dumort. (Go, Li, Ma, Mda)
- Pellia endiviifolia* (Dicks.) Dumort. (Arg)
- Pellia epiphylla* (L.) Corda (Arx, Be, Go, Ma, Mda, Ok)

Briófitos, Musgos

- Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr. (Al, Arg, Az, Bai, Bal, Be, Ge, Li, Ma, Mdi, Ok)
- *Brachythecium rivulare* Schimp. (Be, Mda)
- Brachythecium rutabulum* (Hedw.) Schimp. (Be)
- Bryum alpinum* Huds. ex With. (Al, Arg, Go, Ok)
- Bryum capillare* Hedw. (Be)
- *Bryum pseudotriquetrum* (Hedw.) P. Gaertn. et al. (Arg, Bal, Be, Go, Ja, Ma, Mda)
- *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske (Arg, Az, Bal, Be, Ja, Ma, Mda)
- Campylopus stellatum* (Hedw.) Lange & C.E.O. Jensen (Arx, Arg, Bal, Be, Ja, Ma)
- * *Campylopus atrovirens* De Not. (Go)
- * *Campylopus flexuosus* (Hedw.) Brid. (Arx, Bai, Go, Li, Xu)
- Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid. (Arx, Bai, Be, Go, Ma, Xu)
- Campylopus pilifer* Brid. (Arx)
- Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. (Be)
- Ctenidium molluscum* (Hedw.) Mitt. (Be)
- Dichodontium palustre* (Dicks.) M. Stech (Al, Arg, Be, Ma, Mda, Ok)
- Dicranella heteromalla* (Hedw.) Schimp. (Bai, Be)
- Dicranodontium denudatum* (Brid.) E. Britton (Az)
- Dicranum scoparium* Hedw. (Arg, Bai, Be, Go, Mda, Xu)
- * *Entosthodon obtusus* (Hedw.) Lindb. (Be)
- Eurhynchium praelongum* (Hedw.) Schimp. (Al)
- Eurhynchium striatum* (Hedw.) Schimp. (Arx)
- Fissidens adianthoides* Hedw. (Al, Arg, Arx, Be)
- Fissidens taxifolius* Hedw. (Be)
- *Fontinalis antipyretica* Hedw. (Be)
- * *Hedwigia integrifolia* P. Beauv. (Arx)
- Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp. (Bai, Li, Mda)
- *Hypnum cupressiforme* Hedw. var. *cupressiforme* (Al, Arg, Arx, Az, Bai, Bal, Be, Go, Li, Ma, Ok)
- Hypnum jutlandicum* Holmen & E. Warncke (Al, Ma, Ok)
- Isoetecium alopecuroides* (Lam. ex Dubois) Isov. (Bai)
- Isoetecium myosuroides* Brid. (Bai, Ok)

- Radula complanata* (L.) Dumort. (Bai)
- Riccardia chamedryfolia* (With.) Grolle (Mda)
- **Scapania mucronata* H. Buch (Bai)
- Scapania undulata* (L.) Dumort. (Ok)
- **Tritomaria exsecta* (Schmidel) Loeske (Bai)

- Leucobryum glaucum* (Hedw.) Ångstr. (Al, Arg, Arx, Go, Li, Ma, Mda, Mdi, Ok, Xu)
- *Leucobryum juniperoides* (Brid.) Müll. Hal. (Bai, Be)
- Mnium hornum* Hedw. (Li, Mda)
- Orthotrichum affine* Brid. (Bai, Li)
- Orthotrichum lyellii* Hook. & Taylor (Bai)
- * *Orthotrichum pulchellum* Brunt. (Be)
- *Palustriella falcata* (Brid.) Hedenäs (Arg, Ja)
- *Philonotis caespitosa* Jur. (Go, Ma)
- *Philonotis calcarea* (Bruch & Schimp.) Schimp. (Ja)
- *Philonotis fontana* (Hedw.) Brid. (Al, Arg, Az, Be, Go, Ma, Mda, Ok)
- Plagiomnium affine* (Blandow ex Funck) T.J. Kop. (Be)
- Plagiomnium elatum* (Bruch & Schimp.) T.J. Kop. (Arg, Be)
- Plagiomnium rostratum* (Schr.) T.J. Kop. (Arg)
- Plagiomnium undulatum* (Hedw.) T.J. Kop. (Be, Mda)
- Pleuridium subulatum* (Hedw.) Rabenh. (Al)
- Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt. (Arg, Arx, Az, Bai, Bal, Go, Mdi, Ok)
- Pohlia cruda* (Hedw.) Lindb. (Xu)
- Pogonatum aloides* (Hedw.) P. Beauv. (Be)
- Polytrichastrum formosum* (Hedw.) G.L. Sm. (Bai, Mda, Mdi, Ok, Xu)
- Polytrichum commune* Hedw. (Arg, Bai, Go, Li, Mda, Mdi, Ok)
- Polytrichum juniperinum* Hedw. (Xu)
- Polytrichum piliferum* Hedw. (Arg)
- Pseudoephemerum nitidum* (Hedw.) Loeske (Ok)
- Pseudoscleropodium purum* (Hedw.) M. Fleisch. (Al, Arg, Arx, Bai, Be, Go, Mda, Ok)
- Pseudotaxiphylllum elegans* (Brid.) Z. Iwats. (Xu)
- Racomitrium elongatum* Ehrh. ex Frisvoll (Arg, Ok)
- Racomitrium lanuginosum* (Hedw.) Brid. (Go, Ma, Mda, Xu)
- Rhizomnium punctatum* (Hedw.) T.J. Kop. (Be)
- Rhytidiadelphus loreus* (Hedw.) Warnst. (Bai)
- Rhytidiadelphus squarrosus* (Hedw.) Warnst. (Arg, Arx, Mda)

- Rhytidadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst. (Arg, Mda)
- **Scorpidium cossonii* (Schimp.) Hedenäs (Arg)
 - Sphagnum auriculatum* Schimp. (Al, Arg, Arx, Az, Bai, Bal, Be, Ge, Go, Li, Ma, Mda, Mdi, Ok)
 - Sphagnum capillifolium* (Ehrh.) Hedw. (Al, Arx, Bai, Be, Mda, Xu)
 - Sphagnum compactum* Lam. & DC. (Arg, Arx, Go, Ma, Ok)
 - **Sphagnum fallax* (H. Klinggr.) H. Klinggr. (Bai, Bal, Ge)
 - Sphagnum flexuosum* Dozy & Molk. (Arg, Az, Li, Ma)
 - **Sphagnum magellanicum* Brid. (Bai)
 - Sphagnum palustre* L. (Bal, Be, Li)
 - Sphagnum papillosum* Lindb. (Al, Arg, Arx, Az, Bai, Bal, Be, Ge, Li, Ma, Mda, Mdi, Ok)
 - **Sphagnum rubellum* Wilson (Al, Arx, Bai, Bal, Be, Ge, Li, Ma, Ok, Xu)
 - Sphagnum subsecundum* Nees (Az, Be)
 - Sphagnum subnitens* Russow & Warnst. (Al, Arg, Az, Bal, Be, Go, Li, Ma, Mda, Mdi, Ok)
 - Sphagnum tenellum* (Brid.) Pers. ex Brid. (Arx, Bai, Bal, Ge, Ma)
 - **Sphagnum teres* (Schimp.) Ångstr. (Arg)
 - **Splachnum ampullaceum* Hedw. (Bai)
 - **Straminergon stramineum* (Dicks. ex Brid.) Hedenäs (Arg, Ok)
 - Thuidium tamariscinum* (Hedw.) Schimp. (Arg, Bai, Be, Li, Mda)
 - Ulota bruchii* Hornsch. ex Brid. (Be)
 - Warnstorfia exannulata* (Schimp.) Loeske (Ok)

Discusión

Son 317 los cormófitos detectados en los ambientes hidroturbosos estudiados en el noroeste de Navarra, incluyendo 14 pteridófitos. Por su parte son 115 los briófitos encontrados, que se reparten en 35 hepáticas y 80 musgos.

Agrostis capillaris, *Juncus effusus*, *Molinia caerulea* y *Potentilla erecta* son las únicas especies presentes en todos los enclaves. Otras once (*Calluna vulgaris*, *Carex echinata*, *Danthonia decumbens*, *Drosera rotundifolia*, *Erica tetralix*, *E. vagans*, *Juncus bulbosus*, *Lotus pedunculatus*, *Narthecium ossifragum*, *Ulex gallii* y *Sphagnum auriculatum*) lo están en la mayoría (entre 13-15 enclaves).

De entre los cormófitos resaltamos la presencia de 47 taxones de interés por razones de su escasa presencia en Navarra o su interés fitogeográfico (marcados con un * en el listado de taxones). *Carex hostiana* no se conocía previamente para Navarra, mientras que aportamos la primera cita firme de *Sparganium erectum* subsp. *microcarpum*, citada anteriormente pero con dudas (Peralta *et al.* 1992). Destacamos las nutridas poblaciones de *Drosera intermedia* de Arxuri y la existencia de pequeñas poblaciones de *Pinguicula lusitanica* en Arxuri, Alkurruntz y Maulitx. Sobresale asimismo la nutrida población de *Menyanthes trifoliata* de Jauregiaroztegi, especie con presencia también en Argintzu y Baltsagorrieta, aunque con poblaciones mucho más modestas. *Soldanella villosa*, endemismo cántabro-vasco-navarro propio de bosques húmedos, aparece en taludes de las regatas de Mendaur y Alkurruntz. *Triglochin palustris* sigue presente en Jauregiaroztegi, de donde fue citada a fines del siglo XIX (Colmeiro 1885-89). Pero sin duda la planta más interesante es *Rhynchospora fusca*, de la que actualmente sólo quedan poblaciones en Lugo (E. Sahuquillo *in litt.*), Alava (Aizpuru *et al.* 1997) y Navarra, en los enclaves de Arxuri y Maulitx (Balda 2002).

En cuanto a los briófitos, señalamos la detección de 13 especies que son nuevos registros para Navarra: las hepáticas *Calypogeia integrispula*, *Cephalozia connivens*, *Cladopodiella fluitans*, *Gymnocolea inflata*, *Kurzia pauciflora*, *Lophozia incisa*, *Odontoschisma sphagni* y *Scapania mucronata*, y los musgos *Sphagnum fallax*, *S. magellanicum*, *S. rubellum*, *S. teres* y *Splachnum ampullaceum*.

Agradecimientos

Agradecemos a Alicia Ederra la ayuda prestada acerca de las novedades briológicas para Navarra.

Bibliografía

- AIZPURU, I., APERRIBAY, J.A., ASEGINOZALA, C., GARIN, F. & VIVANT, J. 1997. Contribución al conocimiento de la flora del País Vasco, II. *Munibe* 49: 65-76.
- ALDEZABAL, A. 1994. Baztan/Kintoa lurraldeko landare di kormofitikoaren ikerketa: katalogo floristikoa. *Cuadernos de la Sección Ciencias Naturales* 10: 227-375. Eusko Ikaskuntza.
- ARRAIZA, J. 1985. *Brioflora supraforestal de las montañas silíceas atlánticas de Navarra*. Tesis de licenciatura. Universidad de Navarra- Facultad de Ciencias Div. Biología.
- BALDA, A. 2002. Contribuciones al conocimiento de la flora Navarra. *Munibe* 53: 157-174.
- BÁSCONES, J. C., GARDE, A. & EDERRA, A. 1984. Esfagnos y esfagnales de Navarra (España). *Anales de Biología* 2: 201-208.
- BÁSCONES, J. C. 1978. *Relaciones suelo-vegetación en la Navarra húmeda del Noroeste. Estudio florístico-ecológico*. Tesis doctoral. Universidad de Navarra.
- BIURRUN, I. 1999. Flora y vegetación de los ríos y humedales de Navarra. *Guineana* 5: 1-338.
- CATALÁN, P. 1987. *Geobotánica de las cuencas de Bidasoa-Urumea (NO. de Navarra - NE. de Guipúzcoa. Estudio ecológico de los suelos y la vegetación de la cuenca de Artikutza (Navarra)*. Tesis doctoral. UPV-EHU, Facultad de Ciencias.
- COLMEIRO, M. 1885-89. *Enumeración y revisión de las plantas de la Península Hispano-Lusitana e Islas Baleares*. 5 vols. Madrid.
- EDERRA, A., MIGUEL, A. de & ARRAIZA, J. 1987. Brioflora de los rasos supraforestales de tres macizos atlánticos silíceos de Navarra (España). *Actas del VI Simposio Nacional de Botánica Criptogámica, Granada 1985: 485-497*.
- GARDE, A. & GARCÍA BONA, L. M. 1984. El género *Sphagnum* (Bryophyta) en Navarra. *Suplemento de Viana Príncipe de Viana* 3/4: 55-79. Institución Príncipe de Viana. Pamplona.
- HERAS, P. 1992. Flora y vegetación de las áreas higroturbosas del Puerto de Velate (Navarra), con especial atención al componente muscinal. *Cuadernos de Sección. Ciencias Naturales*, 9: 33-51. Sociedad de Estudios Vascos - Eusko Ikaskuntza.
- LORDA, M. 1996. Aforamientos silíceos y flora en el macizo de Oroz-Betelu y territorios adyacentes (Pirineo navarro, Navarra). *Munibe* 48: 49-60.
- LORDA, M. 2001. Flora del Pirineo navarro. *Guineana* 7: 1-557.
- PERALTA, J., BÁSCONES, J.C. & IÑIGUEZ, J. 1992. Catálogo florístico de la Sierra de Leyre. *Príncipe de Viana (Supl. Cienc.)* 11-12: 103-196.
- URSÚA, C. & BÁSCONES, J.C. 1987. Notas botánicas de Navarra. *Príncipe de Viana (Supl. Cienc.)* 7: 137-155.

Aportación a la flora briofítica del Principado de Andorra

Patxi Heras¹, Marta Infante¹, James H. Dickson² & Geneviève Lécrivain³

•••••

ABSTRACT

A contribution to the bryological flora of the Principality of Andorra

Some collections carried out during September 2006 in Northwestern Andorra have yielded a list of 81 bryophytes (11 liverworts and 70 mosses). Eleven taxa have not been recorded previously from Andorra: one hepatic (*Radula lindenbergiana*) and ten mosses (*Didymodon cordatus*, *Fissidens grandifrons*, *Grimmia trichophylla*, *Gymnostomum aeruginosum* var. *aeruginosum*, *G. viridulum*, *Isoetecium alopecuroides*, *Plagiomnium rostratum*, *Platyhypnidium riparioides*, *Pohlia elongata* var. *greenii* and *Tortella tortuosa* var. *fragilis*). According to these results, it is necessary to continue prospecting more places and habitats in order to complete the bryological knowledge of Andorra.

Key words: Bryophytes, mosses, hepatics, brioflora, Pyrenees

RESUMEN

Unas recolecciones realizadas en Septiembre de 2006 en el noroeste del Principado de Andorra han producido un listado de 81 briófitos (11 hepáticas y 70 musgos). Entre ellos destacan once taxones no registrados previamente en Andorra: una hepática (*Radula lindenbergiana*) y diez musgos (*Didymodon cordatus*, *Fissidens grandifrons*, *Grimmia trichophylla*, *Gymnostomum aeruginosum* var. *aeruginosum*, *G. viridulum*, *Isoetecium alopecuroides*, *Plagiomnium rostratum*, *Platyhypnidium riparioides*, *Pohlia elongata* var. *greenii* y *Tortella tortuosa* var. *fragilis*). En vista de estos resultados, se concluye que es necesario seguir prospectando lugares y hábitats de cara a completar el conocimiento de la flora briofítica andorrana.

Palabras clave: briófitos, musgos, hepáticas, brioflora, Pirineos

Introducción

Los primeros datos de la brioflora del Principado de Andorra son dos musgos (*Oligotrichum hercynicum* y *Polytrichastrum longisetum*) citados a finales del siglo

1. Museo de Ciencias Naturales de Alava. Fra. de las Siervas de Jesús 24, E-01001 Vitoria. bazzania@arrakis.es
2. Division of Ecology and Evolutionary Biology, University of Glasgow. Glasgow G12 8QQ, Scotland, U.K.
3. 15 Grande Rue, 70360 F-Chemilly

XIX por Corbière (1897). A pesar del gran interés briológico de este pequeño país pirenaico, Andorra permaneció desconocido durante mucho tiempo, pues hasta mediados del siglo XX no vuelven a recolectarse briófitos, gracias a fanerogamistas como Braun-Blanquet, Losa y Montserrat (Casas 2005). Ya al final del siglo XX e inicios del XXI se publican numerosas aportaciones a la vez que se reúnen los datos dispersos: Townsend (1999) (con 71 musgos), Sotiaux & Schumacker (2002) (124 hepáticas) y Casas (2005) (261 musgos). Las aportaciones más recientes son el hallazgo de *Sphagnum contortum* y *Pohlia longicolla* (Brugués 2007). En gran medida, el conocimiento briológico de Andorra se ha construido mediante aportaciones esporádicas de briólogos españoles y extranjeros, destacando la contribución de Creu Casas, Montserrat Brugués y Rosa M. Cros. Debe además destacarse que la mayoría de las recolecciones se han realizado en los ambientes propios de los pisos subalpino y alpino (orillas de estanys, arroyuelos, trampales, bosques de *Pinus uncinata*) (Cros et al. 2005).

Metodología

En Septiembre de 2006 dos de los autores (J.H. Dickson y G. Lécivain) realizaron una serie de recolecciones en el noroeste del Principado de Andorra (alrededores de Arinsal, Comapedrosa, Estans de Tristaina, Vall de Sorteny). Los puntos de muestreo, situados entre los 1.500 y 2.700 m s.n.m., incluyen desde ambientes más o menos arbolados del piso montano hasta pequeños cursos de agua y hábitats rocosos de los pisos subalpino y alpino. Las localidades y fechas de muestreo (fig. 1) son las siguientes:

1. La Massana. Entre Arinsal y el Refugio de Comapedrosa (sendero GR 11). 31TCH7415, 1.800 m s.n.m. 07.09.2006.
2. La Massana. Entre Arinsal y el Refugio de Comapedrosa (sendero GR 11). 31TCH7315, 1.850 m s.n.m. 07.09.2006.
3. La Massana. Entre Arinsal y el Refugio de Comapedrosa (sendero GR 11). 31TCH7315, 1.900 m s.n.m. 07.09.2006.
4. La Massana. Entre Arinsal y el Refugio de Comapedrosa (sendero GR 11). 31TCH7315, 2.000 m s.n.m. 07.09.2006.
5. La Massana. Entre Arinsal y el Refugio de Comapedrosa (sendero GR 11). 31TCH7315, 2.040 m s.n.m. 07.09.2006.
6. La Massana. Carretera de Arinsal al final del telesilla. 31TCH7414, 1.700 m s.n.m. 08.09.2006.
7. La Massana. Final del telesilla, sobre Arinsal. 31TCH7414, 1.950 m s.n.m. 08.09.2006.
8. Ordino. Principio del sendero al Estany Primer. 31TCH7621, 2.200 m s.n.m. 08.09.2006.

9. Ordino. Entre el primer y segundo lago, Estany de Tristaina, Arcalis. 31TCH7621, 2.300 m s.n.m. 08.09.2006.
10. Ordino. Estany Primer. 31TCH7621, 2.270 m s.n.m. 08.09.2006.
11. Ordino. Río de Rialb, Sorteny. 31TCH8120, 1.760 m sn.n.m. 09.09.2006.
12. Ordino. Río de Rialb, Sorteny. 31TCH8219, 1.920 m s.n.m. 09.09.2006.
13. La Massana. Arinsal. 31TCH7514, 1.500 m s.n.m. 10.09.2006.
14. Ordino. Creussans, al noroeste de Arcalis. 31TCH7421, 2.600 m s.n.m. 10.09.2006.
15. Ordino. Creussans, al noroeste de Arcalis. 31TCH7421, 2.620 m s.n.m. 10.09.2006.
16. Ordino. Al oeste de los Estanys de Tristaina, cerca del final del telesilla. 31TCH7521, 2.659 m s.n.m. 10.09.2006.
17. Ordino. Cumbre entre el Estany de Creussans y los Estanys de Tristaina. 31TCH7522, 2.700 m s.n.m. 10.09.2006.

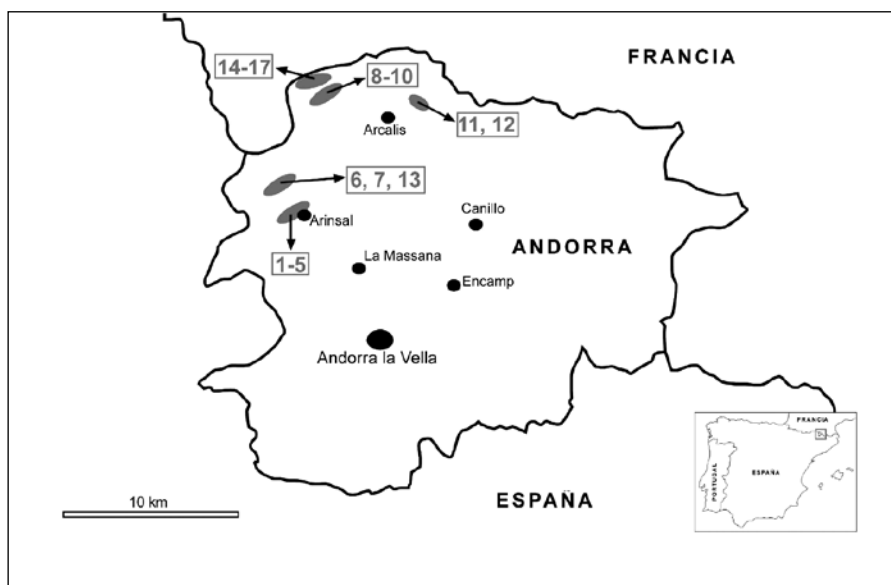


FIGURA 1. Ubicación de las localidades de muestreo.

La nomenclatura seguida es la de Grolle & Long (2000) para las hepáticas y Hill *et al.* (2006) para los musgos. Los especímenes se conservan en el Herbario VIT (Museo de Ciencias Naturales de Alava).

Resultados

Un total de 106 especímenes resultaron de las recolecciones efectuadas, que tras su determinación produjeron la siguiente lista de 81 taxones de briófitos (11 hepáticas y 70 musgos). Para cada uno se indica el código de la localidad, el hábitat y el número de pliego. Señalamos mediante un * los taxones no previamente registrados para Andorra.

Hepáticas

- Barbilophozia hatcheri* (A.Evans) Loeske 3, roca al borde del sendero (VIT 36107); 5, roca (VIT 36117, VIT 36118)
- Calypogeia muelleriana* (Schiffn.) Müll.Frib. 3, rocas húmedas (VIT 36112)
- Diplophyllum taxifolium* (Wahlenb.) Dumort. 3, suelo sobre roca (VIT 36109); 12, roca sombría (VIT 36168)
- Gymnomitrium concinnatum* (Lightf.) Corda 17, grietas sombrías (VIT 36205, 36206)
- Gymnomitrium obtusum* Lindb. 14, grietas de roca orientada al norte (VIT 36186)
- Jungermannia exsertifolia* Steph. subsp. *cordifolia* 10, arroyo con corriente fuerte (VIT 36143, 36144); 11, roca en borde de arroyo (VIT 36161)
- Jungermannia obovata* Nees 11, roca en borde arroyo (VIT 36159)
- Lophozia* cf. *sudetica* (Nees ex Huebener) Grolle 11, sobre bloque (VIT 36154)
- Plagiochila porelloides* (Torrey ex Nees) Lindenb. 11, roca húmeda y sombría (VIT 36164), 14, grietas de roca orientada al norte (VIT 36185); 71, grietas sombrías (VIT 36201)
- **Radula lindenbergiana* Gottsche ex C.Hartm. 11, roca húmeda y sombría (VIT 36164); 12, roca sombría (VIT 36167) (estéril)
- Tritomaria quinquedentata* (Huds.) H.Buch 14, grietas de roca orientada al norte (VIT 36178, 36182, 36189)

Musgos

- Abietinella abietina* (Hedw.) M.Fleisch. var. *abietina* 1, roca bajo *Pinus sylvestris* (VIT 36104)
- Amphidium mougeotii* (Schimp.) Schimp. 7, rocas soleadas (VIT 36128)
- Bartramia ithyphylla* Brid. 14, grietas de rocas orientadas al norte (VIT 36188); 17, grietas sombrías (VIT 36202)
- Brachythecium rivulare* Schimp. 11, roca al borde de arroyo (VIT 36157, 36160), roca sombría al borde de arroyo (VIT 36162, 36163)
- Campylium protensum* (Brid.) Kindb. 13, sobre roca en borde de arroyo (VIT 36176)

- Campylium stellatum* (Hedw.) Lange 11, suelo húmedo (VIT 36166)
- Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. 7, rocas soleadas (VIT 36131), grieta en rocas soleadas (VIT 36134); 17, sobre roca (VIT 36194), grieta de roca (VIT 36196)
- Cratoneuron filicinum* (Hedw.) Spruce 6, sobre rocas calcáreas de borde de arroyo (VIT 36122)
- Ctenidium molluscum* (Schimp.) Mitt. 6, sobre rocas calcáreas de borde de arroyo (VIT 36120, 36121)
- Dicranoweisia crispula* (Hedw.) Milde 5, roca (VIT 36116); 10, roca (VIT 36142); 17, grietas sombrías (VIT 36197)
- Dicranum fuscescens* Sm. 11, roca (VIT 36150)
- Dicranum scoparium* Hedw. 3, roca al borde del sendero (VIT 36107); 5, roca (VIT 36118); 14, grietas de roca orientada al norte (VIT 36183, 36185); 17, grietas sombrías (VIT 36199)
- **Didymodon cordatus* Jur. 13, sobre roca, parte superior de muro (VIT 36172)
- Distichium capillaceum* (Hedw.) Bruch & Schimp. 4, sobre roca extraplomada (VIT 36114); 14, grietas de roca orientada al norte (VIT 36177, 36185); 15, grietas de roca (VIT 36191)
- Ditrichum gracile* (Mitt.) Kuntze 11, sobre bloque (VIT 36155)
- Encalypta streptocarpa* Hedw. 7, rocas soleadas (VIT 36132, 36133)
- Encalypta vulgaris* Hedw. 7, rocas soleadas (VIT 36132); 17, grietas sombrías (VIT 36200)
- **Fissidens grandifrons* Brid. 6, sobre rocas calcáreas de borde de arroyo (VIT 36123)
- Fontinalis squamosa* Hedw. 10, arroyo con corriente fuerte (VIT 36144)
- Grimmia arenaria* Hampe 7, rocas soleadas (VIT 36125)
- Grimmia caespiticia* (Brid.) Jur. 9, población grande sobre roca extraplomada (VIT 36139); 16, rocas soleadas (VIT 36192), con esporófitos (VIT 36193)
- Grimmia montana* Bruch & Schimp. 7, rocas soleadas (VIT 36129)
- Grimmia muehlenbeckii* Schimp. 11, sobre bloque (VIT 36153)
- Grimmia pulvinata* (Hedw.) Sm. 13, sobre roca, parte superior de muro (VIT 36170)
- Grimmia ramondii* (Lam. & DC.) Margad. 11, roca (VIT 36151), sobre bloque (VIT 36155); 11, roca (VIT 36148)
- **Grimmia trichophylla* Grev. 14, grietas de roca orientada al norte (VIT 36181)
- **Gymnostomum aeruginosum* Sm. var. *aeruginosum* 6, sobre rocas calcáreas de borde de arroyo (VIT 36123)
- **Gymnostomum viridulum* Brid. 7, rocas soleadas (VIT 36127)
- Heterocladium dimorphum* (Brid.) Schimp. 3, roca al borde de sendero (VIT 36108); 11, roca húmeda y sombría (VIT 36165); 12, roca sombría

- (VIT 36167, 36168, 36169); 15, grietas de roca (VIT 36190); 17, grietas sombrías (VIT 36197, 36201)
- Homalothecium sericeum* (Hedw.) Schimp. 13, sobre roca en el borde de arroyo (VIT 36175)
- Hygrohypnum duriusculum* (De Not.) D.W.Jamieson 11, roca en borde de arroyo (VIT 36156)
- Hylocomiastrum pyrenaicum* (Spruce) M.Fleisch. 3, rocas húmedas (VIT 36111, 36112)
- Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp. 5, roca (VIT 36117)
- Hypnum callichroum* Brid. 3, rocas húmedas (VIT 36110, 36112)
- Hypnum cupressiforme* Hedw. var. *cupressiforme* 14, grietas de roca orientada al norte (VIT 36184)
- Hypnum cupressiforme* Hedw. var. *lacunosum* Brid. 11, roca (VIT 36148, 36149)
- **Isothecium alopecuroides* (Lam. ex Dubois) Isov. 1, orilla sombría (VIT 36103)
- Lescuraea saxicola* (Schimp.) Molendo 5, roca (VIT 36115, 36118)
- Mnium thomsonii* Schimp. 14, grietas de roca orientada al norte (VIT 36185)
- Myurella julacea* (Schwägr.) Schimp. var. *julacea* 5, roca (VIT 36119)
- Orthotrichum rupestre* Schleich. ex Schwägr. 13, sobre roca, parte superior de muro (VIT 36171)
- Orthotrichum speciosum* Nees var. *speciosum* 13, sobre roca (VIT 36174)
- Palustriella falcata* (Brid.) Hedenäs 8, borde de arroyo (VIT 36136); 11, suelo húmedo (VIT 36166)
- Philonotis fontana* (Hedw.) Brid. 8, borde de arroyo (VIT 36135, 36137)
- **Plagiomnium rostratum* (Schrad.) T.J.Kop. 11, roca sombría al borde de arroyo (VIT 36162, 36163)
- Plagiothecium denticulatum* (Hedw.) Schimp. 11, roca (VIT 36152)
- **Platyhypnidium riparioides* (Hedw.) Dixon 11, roca en borde de arroyo (VIT 36158)
- Pogonatum urnigerum* (Hedw.) P.Beauv. 14, grietas de roca orientada al norte (VIT 36187); 17, grietas sombrías (VIT 36205)
- Pohlia cruda* (Hedw.) Brid. 10, roca (VIT 36140); 14, grietas de roca orientada al norte (VIT 36178); 17, grietas sombrías (VIT 36198)
- **Pohlia elongata* Hedw. var. *greenii* (Brid.) A.J.Shaw 17, grieta de roca (VIT 36195, 36196), grietas sombrías (VIT 36207), con esporófitos (VIT 36201)
- Pohlia longicolla* (Hedw.) Lindb. 14, grietas de roca orientada al norte (VIT 36189); 15, grietas de roca (VIT 36190)
- Polytrichastrum alpinum* (Hedw.) G.L.Sm. 3, suelo sobre roca (VIT 36109); 15, grietas de roca (VIT 36190); 17, grietas sombrías (VIT 36201, 36203)

- Polytrichum piliferum* Hedw. 7, rocas soleadas (VIT 36130), grieta en rocas soleadas (VIT 36134); 11, sobre bloque (VIT 36154); 16, rocas soleadas (VIT 36192, 36193)
- Pseudoleskea incurvata* (Hedw.) Loeske 2, roca en bosque abierto de *Pinus* (VIT 36106); 10, roca (VIT 36141); 11, sobre bloque (VIT 36154); 17, grietas sombrías (VIT 36197, 36204)
- Pseudoleskea patens* (Lindb.) Kindb. 1, roca bajo *Pinus sylvestris* (VIT 36105)
- Pterigymandrum filiforme* Hedw. var. *filiforme* 1, roca bajo *Pinus sylvestris* (VIT 36105)
- Racomitrium affine* (F.Weber & D.Mohr) Lindb. 11, roca húmeda y sombría (VIT 36164, 36165)
- Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske 14, grietas de roca orientada al norte (VIT 36179)
- Schistidium papillosum* Culm. 13, sobre roca, parte superior de muro (VIT 36173)
- Sphagnum auriculatum* Schimp. 8, borde de arroyo (VIT 36138); 10, borde de arroyo (VIT 36147)
- Sphagnum contortum* Schultz 10, borde de arroyo (VIT 36147)
- Sphagnum russowii* Warnst. 3, roca húmeda y sombría (VIT 36113)
- Syntrichia calcicola* J.J.Amann 7, rocas soleadas (VIT 36131)
- Syntrichia norvegica* F.Weber 7, rocas soleadas (VIT 36133)
- Syntrichia ruralis* (Hedw.) F.Weber & D.Mohr var. *ruralis* 13, sobre roca (VIT 36174), sobre roca, parte superior de muro, con esporófitos (VIT 36172, 36173)
- Tortella inclinata* (R. Hedw.) Limpr. var. *inclinata* 7, rocas soleadas (VIT 36126)
- **Tortella tortuosa* (Hedw.) Limpr. var. *fragilifolia* (Jur.) Limpr. 6, sobre rocas calcáreas de borde de arroyo (VIT 36124)
- Tortella tortuosa* (Hedw.) Limpr. var. *tortuosa* 5, roca (VIT 36115); 14, grietas de roca orientada al norte (VIT 36180)
- Tortula muralis* Hedw. 17, sobre suelo (VIT 36208)
- Warnstorfia exannulata* (Schimp.) Loeske 10, borde de arroyo (VIT 36145, 36146)

Discusión

Del anterior listado, señalamos la presencia de especies típicas de las montañas pirenaicas como *Diplophyllum taxifolium*, *Gymnomitrium concinnatum* y *G. obtusum* entre las hepáticas, o *Grimmia arenaria*, *Heterocladium dimorphum*, *Hygrohypnum duriusculum*, *Hylocomiastrum pyrenaicum*, *Hypnum callichroum* y *Syntrichia norvegica* entre los musgos.

Destacamos además la detección de once taxones no previamente registrados para Andorra: la hepática *Radula lindenbergiana* y los musgos *Didymodon cordatus*, *Fissidens grandifrons*, *Grimmia trichophylla*, *Gymnostomum aeruginosum*

var. *aeruginosum*, *G. viridulum*, *Isothecium alopecuroides*, *Plagiomnium rostratum*, *Platyhypnidium riparioides*, *Pohlia elongata* var. *greenii* y *Tortella tortuosa* var. *fragilis*.

Previamente a estas aportaciones, el catálogo briológico de Andorra estaba compuesto por 124 hepáticas (Sotiaux & Schumacker 2002) y 263 musgos (Casas 2005 y Brugués 2007). Tras ellas, la brioflora andorrana consta en la actualidad de 125 hepáticas y 273 musgos. Para estos últimos, se trata de un número bajo para el contexto de la brioflora del Pirineo Central, compuesta por 545 musgos (Casas 2005). Esto, junto al hecho de que unas prospecciones puntuales aporten varios taxones, bastantes de ellos más o menos comunes en el Pirineo, y coincidiendo con lo señalado por Casas (2005), indica que aún queda bastante para completar el conocimiento briológico del principado, mereciendo la pena seguir prospectando lugares y hábitats.

Bibliografía

- BRUGUÉS, M. 2007. *Sphagnum contortum* y *Pohlia longicolla* en Andorra. *Boletín de la Sociedad Española de Briología* 30/31: 37-38.
- CASAS, C. 2005. Catàleg de les moltes d'Andorra. *Orsis* 20: 41-59.
- CORBIÈRE, L. 1897. Muscineés rares ou nouvelles pour les Pyrénées. *Revue Bryologique* 24: 54-56.
- CROS, R. M., BRUGUÉS, M., RUIZ, E. & BARRÓN, A. 2005. Contribució a la brioflora d'Andorra. *Orsis* 20: 33-40.
- GROLLE, R. & LONG, D.G. 2000. An annotated check-list of the Hepaticae and Anthocerotae of Europe and Macaronesia. *Journal of Bryology* 22(2): 103-140.
- HILL, M. O., BELL, N., BRUGGEMAN-NANNENGA, M.A., BRUGUÉS, M., CANO, M. J., ENROTH, J., FLATBERG, K. I., FRAHM, J.-P., GALLEGRO, M. T., GARILLETI, R., GUERRA, J., HEDENÁS, L., HOLYOAK, D. T., HYVÖNEN, J., IGNATOV, M. S., LARA, F., MAZIMPAKA, V., MUÑOZ, J. & SÖDERSTRÖM, L. 2006. An annotated check-list of the mosses of Europe and Macaronesia. *Journal of Bryology* 28 (3): 198-267.
- SOTIAUX, A & SCHUMACKER, A. 2002. Catalogue des hépatiques d'Andorre. *Lejeunia*, nouvelle série 170: 1-42.

Gradient tèrmic i canvis de vegetació en congesteres pirinenques

Estela Illa^{1*}, Artur Lluent¹ & Empar Carrillo¹

.....

ABSTRACT

Thermal gradient and vegetation shifts in Pyrenean snowbeds

Given the sensitivity of alpine communities to global warming, we set a long-term monitoring project on the vegetation and the temperature regime of Pyrenean snowbeds.

We studied a set of contiguous vegetal communities under different snowcover, in two localities situated in Andorra (Creussans) and in the Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici (Tonedor). The communities studied are those of Pyrenean snowbeds (*Saliceti-Anthelietum juratzkanae*, *Gnaphalio-Sedetum candollei*) and those of neighboring pastures (*Hieracio-Festucetum supinae*, *Oxytropido-Elynetum myosuroidis*). We recorded during three years the maximum and minimum temperatures of soil and air near the soil surface (at 10 cm), inside and outside the snowbed.

From the first snowfall (October-November) to the beginning of summer (June, July), snowbeds remained covered of snow and maximum and minimum temperatures coincided, ranging between 0 °C and -3 °C (-5 °C). In the surrounding pastures, winter temperatures varied some degrees in the same day and occasionally reached temperatures lower than -20 °C. Computing the degree-day for the communities studied shows noticeable differences in the length of the growing period, and that pastures and snowbeds suffer interannual thermal irregularity.

Key words: degree-day, zonation, alpine vegetation, Andorra, Aigüestortes

RESUM

Tenint en compte la fragilitat de les comunitats alpines davant del canvi climàtic, hem iniciat un seguiment a llarg termini de la vegetació i la temperatura a les congesteres pirinenques.

Amb un *datalogger* hem mesurat la temperatura de l'aire arran de superfície (10 cm) i del sòl de dues congesteres (situades a Andorra i al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici) durant un període de tres anys. Les comunitats estudiades són les pròpies de congesteres (*Saliceti-Anthelietum juratzkanae*, *Gnaphalio-Sedetum candollei*) i les dels prats veïns (*Hieracio-Festucetum supinae*, *Oxytropido-Elynetum myosuroidis*).

Des de la primera nevada (octubre-novembre) fins a l'inici de l'estiu (juny-juliol) les congesteres romanen cobertes de neu i s'igualen les temperatures màximes i mínimes, que prenen valors d'entre 0 °C i -3 °C (-5 °C). En canvi, a l'hivern la temperatura de l'aire als prats circumdants

1. Grup de Geobotànica i Cartografia de la Vegetació (GEOVEG), Departament de Biologia Vegetal, Universitat de Barcelona. Av. Diagonal 645, E-08028 Barcelona

* estelailla@ub.edu

pot oscil·lar diversos graus en un mateix dia i arribar a valors inferiors als -20 °C. El càlcul dels graus-dia per a les comunitats estudiades mostra importants diferències en la durada del període vegetatiu, i una forta variació interanual tant a les comunitats pradengues com a les quionòfiles.

Mots clau: graus-dia, zonació, vegetació alpina, Andorra, Aigüestortes

Introducció

Tenint en compte la fragilitat de les comunitats alpines davant del canvi climàtic (Körner 2003, Galen & Stanton 1995), i considerant que la vegetació de les congesteres pot ser paradigmàtica per seva la dependència directa de la precipitació i la temperatura (Billings & Bliss 1959) hem iniciat el seguiment de les comunitats vegetals que creixen a les congesteres dels Pirineus i de les principals dades microambientals que les condicionen.

Estudis previs mostren que en aquesta mena de comunitats la distribució del mantell nival és força constant d'un any a l'altre (Wijk 1986, Shimono & Kudo 2003), ja que depèn principalment del relleu i dels vents dominants. La neu proporciona a les plantes abric i recer a l'hivern i és una font d'aigua durant l'estiu, però la seva permanència condiciona la durada del període vegetatiu. Aquest darrer factor s'ha identificat com el principal factor que determina la presència d'un tipus o altre de vegetació (Evans *et al.* 1989).

Les congesteres són, doncs, un ambient restrictiu per a la supervivència de les plantes. Només certes espècies poden desenvolupar-hi el seu cicle amb èxit, les quals són excloses competitivament dels indrets més favorables (Kudo 1992, Heegaard 2002, Heegaard & Vandvik 2004, Schöb *et al.* 2008).

L'objectiu d'aquest treball és analitzar les condicions ambientals al centre i a la zona exterior de la congestera i determinar quines diferències hi ha entre les comunitats vegetals que s'hi estableixen. L'estudi es basa en dues congesteres situades cadascuna sobre un substrat diferent (esquists àcids i calcàries), ja que la natura del sòl condiciona també la vegetació.

Metodologia

Hem registrat durant un període de tres anys la temperatura de l'aire i del sòl en comunitats vegetals contigües i amb diferents règims d'innivació en dues localitats, concretament la de Creussans, situada en territori francès però a tocar de la frontera amb Andorra, i la canal del Tonedor, al límit nord-oriental del Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici.

El material utilitzat per la presa de dades microambientals (temperatura de l'aire a 10 cm de la superfície i del sòl) és un *Datalogger* Campbell Scientific CR10X, al qual s'han connectat sensors de temperatura 107T, instal·lats en els diferents tipus de vegetació estudiats. Les dades s'han pres durant un període

de tres anys (entre 2003 i 2006 a Creussans, i entre 2006 i 2010 al Tonedor) a intervals entre 30 i 120 minuts.

A partir de les dades de temperatura s'ha pogut fer el càlcul de graus-dia de les diferents comunitats estudiades, que es tradueix com l'energia que reben les plantes per dur a terme el cicle biològic. Aquest càlcul s'ha realitzat sumant les temperatures mitjanes positives del període vegetatiu, el qual hem considerat que en medi alpi va de l'1 de maig al 15 d'octubre.

La vegetació s'ha estudiat a partir d'un transecte lineal que segueix el gradient de fusió de la neu. Cada 40 cm s'han anotat totes les espècies vasculars i s'ha fet una estimació del recobriment que presenten. Les dades obtingudes s'han tractat amb el mòdul Ginkgo del programari Vegana (De Cáceres *et al.* 2007), del qual hem utilitzat l'algoritme *K-means* d'agrupació no jeràrquica per tal de definir els diferents grups de vegetació i establir-ne les fronteres (Chytry *et al.* 2002, Lluent *et al.* 2005).

A partir del coneixement dels diferents grups de vegetació que se succeeixen al llarg del transecte i de les dades microclimàtiques obtingudes a la part interna de la congestera (que coincideix amb un extrem del transecte) i el prat contigu (que coincideix amb l'altre extrem), podem relacionar la vegetació i la temperatura i inferir-ne una sèrie de conclusions.

Resultats

GRADIENT TÈRMIC

Cap a finals d'octubre o principis de novembre les congesteres estudiades queden cobertes de neu, i es descobreixen entre finals de maig i principis d'agost, depenent de l'any i la congestera. Els prats de l'exterior de la congestera tenen temperatures mitjanes positives a partir dels mesos d'abril-maig (juny), mentre que a la zona interior cal esperar fins a finals de maig o principis de juny o juliol. El lapse de temps que es dona entre que els prats i la part interna de les congesteres comencen a tenir mitjanes de temperatura positives oscil·la entre les cinc i les set setmanes.

A l'hivern és quan es detecten més diferències tèrmiques entre les dues situacions estudiades (dins i fora de la congestera). La zona interna de la congestera és coberta de neu i glaç de manera ininterrompuda, i la temperatura s'hi manté constant sense que hi hagi diferències entre el dia i la nit (fig. 1). Segons les condicions tèrmiques del sòl a l'inici de la innivació, la temperatura roman vora els 0 °C, o pot quedar estabilitzada en alguns graus negatius (fins a -3 °C o excepcionalment fins a -5 °C). Això es degut a que el sòl es glaça abans que hi hagi una cobertura permanent de neu, o a que hi ha pèrdua d'aïllament en moments puntuals de l'hivern, però fins i tot en aquest cas no es detecta oscil·lació tèrmica diària (fig. 1). Els prats adjacents a la congestera, en canvi,

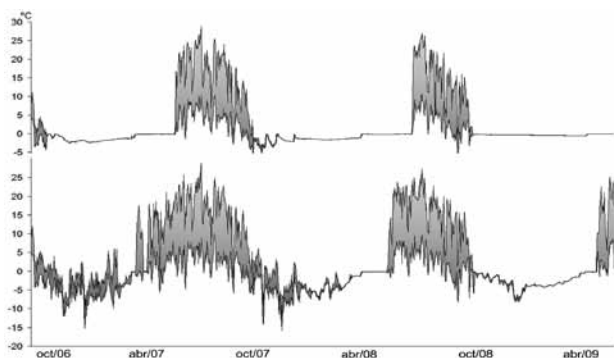


FIGURA 1. Amplitud tèrmica a la zona interior de la congestera (gràfic superior) i del prat adjacent (gràfic inferior) a la localitat del Tonedor entre els anys 2006 i 2009.

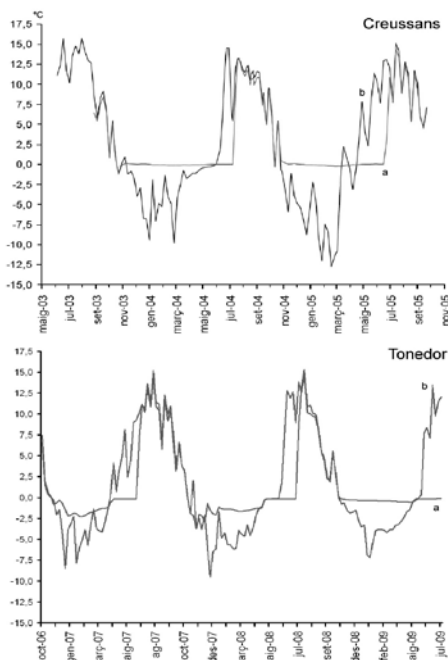


FIGURA 2. Temperatura mitjana setmanal a la congestera (a) i al prat exterior (b) a les localitats de Creussans (anys 2003-2005) i del Tonedor (anys 2006-2009).

poden arribar a quedar descoberts de neu durant bona part de l'hivern, i suporten temperatures mínimes que poden baixar dels -20 °C.

Tant a les comunitats quionòfiles com als prats veïns es produeix un salt tèrmic considerable (d'un dia per l'altre) quan la neu es fon completament, passant dels 0 °C en que es manté la temperatura de l'aire durant la fosa, a més de 15 °C quan el sòl i la vegetació queden descoberts (fig.2).

També la temperatura mitjana estival i l'amplitud tèrmica diària són molt semblants a les diferents zones de la congestera (taula 1). Aquesta amplitud tèrmica pot arribar a ser de 20 °C en un mateix dia en tots dos tipus de situacions.

VEGETACIÓ

A la localitat de Creussans, on el substrat està format per esquistos de caràcter àcid, l'anàlisi dels inventaris de vegetació del transsecte diferencia de manera clara 3 grups, les fronteres

TAULA 1. Dades de temperatura a les diferents comunitats estudiades durant el període estival (*dies*: nombre de dies sense neu; *temp*: temperatura mitjana; *max*: mitjana de les màximes; *mabs*: màxima absoluta; *min*: mitjana de les mínimes; *mibs*: mínima absoluta; *gl*: dies amb temperatures per sota de 0 °C)

Creussans								Tonedor							
prat: <i>Oxytropido-Elynetum</i>								prat: <i>Hieracio-Festucetum</i>							
dies	temp	max	mabs	min	mibs	gl		dies	temp	max	mabs	min	mibs	gl	
Juny								Juny							
2007	30	8,44	15,82	23,17	2,61	-3,39	5	2004	19	9,24	17,19	28,12	3,81	-2,19	3
2008	22	9,56	16,90	23,80	3,60	-1,74	3	2005	30	10,87	20,81	26,81	4,51	-0,84	2
Juliol								Juliol							
2007	31	11,59	19,46	25,81	3,98	-4,81	3	2004	31	10,94	20,43	26,76	4,63	-2,21	4
2008	31	11,89	19,68	24,93	4,65	-1,39	3	2005	31	12,22	21,83	27,95	5,61	0,59	0
Agost								Agost							
2007	31	10,23	18,08	28,88	3,97	-1,79	3	2004	31	11,67	21,41	26,30	5,57	0,43	0
2008	31	11,18	19,06	27,24	4,43	-0,92	1	2005	31	9,81	18,17	25,38	4,60	-1,59	4
Setembre								Setembre							
2007	30	7,23	15,29	22,85	1,89	-5,83	6	2004	30	8,96	18,51	25,25	3,49	-4,25	5
2008	30	5,97	13,57	19,97	0,65	-4,86	14	2005	30	6,97	16,40	26,56	1,38	-6,78	7
congestera: <i>Salici-Anthelietum</i>								congestera: <i>Gnaphalio-Sedetum</i>							
dies	temp	max	mabs	min	mibs	gl		dies	temp	max	mabs	min	mibs	gl	
Juny								Juny							
2007	8	8,21	15,25	21,82	2,53	-0,19	0	2004	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
2008	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	2005	3	7,41	14,83	18,16	2,79	0,01	0
Juliol								Juliol							
2007	31	12,04	20,07	25,65	5,55	-1,37	2	2004	16	12,23	20,45	25,08	6,18	3,04	0
2008	11	12,76	21,71	24,27	6,00	2,44	0	2005	13	11,61	20,37	27,01	5,54	0,84	0
Agost								Agost							
2007	31	10,89	18,81	28,76	5,39	-0,08	1	2004	31	11,06	19,81	24,24	5,39	0,17	0
2008	31	11,76	20,22	27,03	5,94	-0,16	1	2005	31	9,50	17,49	23,49	4,49	-1,39	2
Setembre								Setembre							
2007	25	9,23	18,35	24,03	3,89	-0,75	4	2004	30	8,50	17,31	22,84	3,21	-4,10	6
2008	30	6,21	13,70	21,64	1,98	-1,96	7	2005	30	6,62	15,27	22,87	1,30	-6,51	7

dels quals són molt marcades. A la zona més innivada de la congestera, on la neu triga més a marxar, s'hi fa un tipus de vegetació que correspon bé a la comunitat descrita per Braun-Blanquet (1948) amb el nom de *Gnaphalio-Sedetum candollei*, mentre que a la part exterior els inventaris poden referir-se al prat alpí que anomenà *Hieracio-Festucetum supinae*. Entre ambdues comunitats, que són les que compten amb dades microclimàtiques, hi ha un tercer grup d'inventaris que s'identifica amb el *Salici-Anthelietum juratzkane* Br.-Bl. 1948, comunitat dominada per *Salix herbacea*.

A la congenera del Tonedor, en substrat calcari, es poden diferenciar també tres unitats de vegetació. El prat de la zona exterior correspon a l'*Oxytropido-Elynetum myosuroidis* Chouard 1943, mentre que la vegetació de la zona interna és un tapís de *Salix herbacea* amb algunes espècies clarament calcícoles pròpies de llocs innivats i d'altres de tendència acidòfila. Aquesta comunitat és identificable amb la descrita per Vigo i Carrillo (in Carrillo & Ninot 1992) amb el nom de *Salici-Anthelietum juratzkane thalictetrosum alpini*. La tercera comunitat, que queda entre el centre i el marge de la congenera, és el *Carici-Salicetum retusae* Rivas Mart. 1969, dominada pels salzes nans *Salix retusa* i *Salix reticulata*, als quals acompanyen plantes quionòfiles estrictament calcícoles.

ENERGIA ACUMULADA

Les comunitats que reben més energia són els prats de l'exterior de les congesteres, que acumulen, depenent de l'any, entre 280 i 552 graus-dia més que les comunitats estrictament quionòfiles de la mateixa localitat. El màxim d'energia rebuda correspon al prat acidòfil de *Festuca airoides* (*Hieracio-Festucetum supinae*), amb 1.460 graus-dia (any 2005), mentre que al centre de la congenera se'n van rebre 908 (taula 2).

L'acumulació de graus-dia és relativament semblant entre els diferents prats situats a la zona exterior de les congesteres estudiades. En el cas de l'any més càlid dels mesurats al Tonedor, la pastura de l'*Oxytropido-Elynetum* va rebre 1.368 graus-dia, mentre que l'any més fred en va rebre 1.155. Aquesta diferència de 213 graus-dia és proporcional a la que hi ha entre els dos anys estudiats per a les pastures de Creussans (223 graus-dia). No va passar així amb l'energia acumulada a la zona interna de la congenera, ja que mentre a Creussans la variació entre els dos anys és molt petita (27 graus-dia), al Tonedor la diferència és d'un 31,25% (340 graus-dia).

Hem comprovat doncs que hi pot haver molta diferència interanual en l'acumulació d'energia en una mateixa comunitat (fig. 3). En un any especialment càlid els graus-dia acumulats per la comunitat de la zona interna de la congenera poden igualar els que s'acumulen al prat adjacent en anys més freds.

TAULA 2. Graus-dia acumulats a les diferents comunitats durant els períodes estudiats

Creussans	2004	2005
<i>Gnaphalio-Sedetum candollei</i>	881	908
<i>Hieracio-Festucetum supinae</i>	1.237	1.460
Tonedor	2007	2008
Salici-Anthelietum juratzkane thalictetrosum alpini	1.088	748
Oxytropido-Elynetum myosuroidis	1.368	1.155

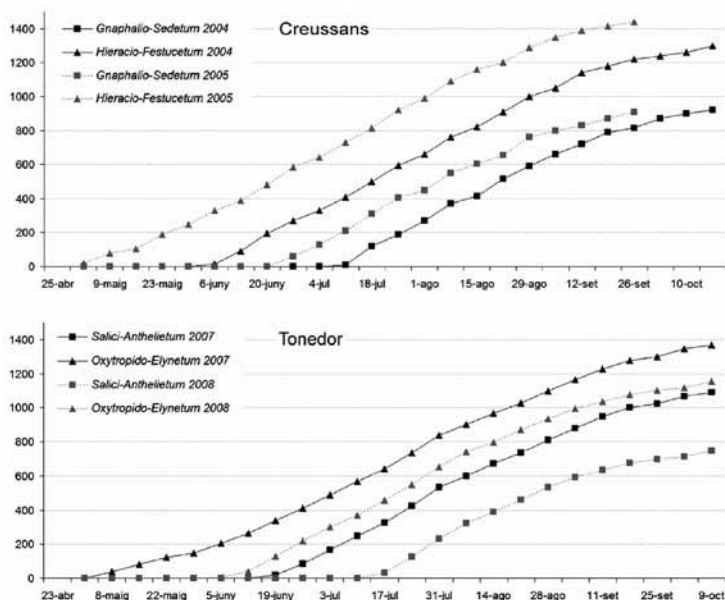


FIGURA 3. Variació interanual en l'acumulació d'energia (mesurada en graus-dia) a les diferents comunitats i localitats pel període que va de l'1 de maig al 15 d'octubre, entre els anys 2004 i 2008.

Discussió i conclusions

El factor que determina la distribució de les comunitats vegetals a les congegteres és la quantitat d'energia disponible per a les plantes. Aquesta energia ve determinada en gran part per la innivació (que condiciona el període vegetatiu), però també pel microclima local, de manera que les formacions vegetals dels indrets que reben menys radiació acumulen energia més lentament.

Les comunitats pradenques de l'exterior de la congegtera tenen una acumulació de graus-dia que oscil·la entre 1.100 i 1.500, mentre que les quionòfiles n'acumulen entre 750 i 900 (1.100).

En un context de canvi climàtic, amb l'augment de les temperatures s'espera que la fosa de neu s'avanci entre 60 i 100 dies en casos extrems (Beniston *et al.* 2003). Això incidirà sobre la vegetació en la pèrdua de la protecció nival quan encara sovintegen les glaçades (Baptist *et al.* 2010) i en un augment de l'energia rebuda. Així, les espècies quionòfiles pròpies de la zona interna de la congegtera són susceptibles de ser desplaçades per les espècies pradenques, més competitives (Schöb *et al.* 2008) i adaptades a condicions climàtiques extremes. Hom pot preveure doncs que si la temperatura augmenta de manera constant

durant un període de temps prolongat, a més d'influir en el desenvolupament del cicle biològic i l'èxit reproductiu de les espècies (Kudo 1992, Walker *et al.* 1995, Lluent 2007), també afectarà la distribució de les comunitats que s'estableixen seguint el gradient d'innivació.

Bibliografia

- BAPTIST, F., FLAHAUT, C., STREB, P. & CHOLER, P. 2010. No increase in alpine snowbed productivity in response to experimental lengthening of the growing season. *Plant Biology* 12: 755-764.
- BENISTON, M., KELLER, F., KOFFI, B. & GOYETTE, S. 2003. Estimates of snow accumulation and volume in the Swiss Alps under changing climatic conditions. *Theor. Appl. Climatol.* 76: 125-140.
- BILLINGS, W. D. & BLISS, L. C. 1959. An alpine snowbank environment and its effects on vegetation, plant development, and productivity. *Ecology* 40(3): 388-397.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1948. *La végétation alpine des Pyrénées orientales*. Monografía de la Estación de Estudios Pirenaicos y del Instituto Español de Edafología, Ecología y Fisiología Vegetal, Barcelona.
- CARRILLO, E. & NINOT, J. M. 1992. Flora i vegetació de les valls d'Espot i de Boi, 2. *Arxius Sec. Cièn.* 99(2): 1-350.
- CHYTRY, M., TICHY, L., HOLT, J. & BOTTA DUKAT, Z. 2002. Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. *J. Veg. Sci.* 13(1): 79-90.
- DE CÁCERES, M., FONT, X., OLIVA, F. & VIVES, S. 2007. Ginkgo, a program for non-standard multivariate fuzzy analysis. *Adv. in Fuzzy Sets & Systems* 2(1): 41-56.
- EVANS, B. M., WALKER, D. A., BENSON, C. S., NORDSTRAND, E. A. & PETERSEN G. W. 1989. Spatial interrelationships between terrain, snow distribution and vegetation patterns at an arctic foothills site in Alaska. *Ecography* 12(3): 270-278.
- GALEN, C. & STANTON, M. L. 1995. Responses of snowbed plant species to changes in growing-season length. *Ecology* 76(5): 1546-1557.
- HEEGAARD, E. 2002. A model of alpine species distribution in relation to snowmelt time and altitude. *J. Veg. Sci.* 13(4): 493-504.
- HEEGAARD, E. & VANDVIK, V. 2004. Climate change affects the outcome of competitive interactions - an application of principal response curves. *Oecologia* 139(3): 459-466.
- KÖRNER, C. 2003. *Alpine plant life*. Springer, Berlin.
- KUDO, G. 1992. Performance and phenology of alpine herbs along a snow-melting gradient. *Ecological Research* 7(3): 297-304.
- LLUENT, A., ILLA, E. & CARRILLO, E. 2005. Inventario, cartografía y monitorización de la vegetación de los neveros del Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse* 141(2): 131-137.
- LLUENT, A. 2007. Estudi de l'estructura i funcionament de les comunitats quionòfiles als Pirineus en relació a la variació dels factors ambientals. Tesi doctoral, Universitat de Barcelona.
- SCHÖB, C., KAMMER, P. M., KRIVDIZE, Z., CHOLER, P. & VEIT, H. 2008. Changes in species composition in alpine snowbeds with climate change inferred from small-scale spatial patterns. *Web Ecology* 8: 142-159.
- SHIMONO, Y. & KUDO, G. 2003. Intraspecific variations in seedling emergence and survival of *Potentilla matsumurae* (Rosaceae) between alpine fellfield and snowbed habitats. *Annals of Botany Company* 91: 21-29.
- WALKER, M. D., INGERSOLL, R. C. & WEBBER, P. J. 1995. Effects of interannual climate variation on phenology and growth of two alpine forbs. *Ecology* 76(4): 1067-1083.
- WIJK, S. 1986. Performance of *Salix herbacea* in an alpine snow-bed gradient. *J. Ecol.* 74(3): 675-684.

El Atlas de briófitos de Aragón

Marta Infante Sánchez¹, Patxi Heras Pérez¹
& Daniel Gómez García²

ABSTRACT

The Bryophyte Atlas of Aragón (Spain)

This Atlas, integrated in the broader project Atlas of the Flora of Aragón (www.ipe.csic.es/floragon), under the auspices of the Department of Environment of the Regional Govern, is presented. This resource compiles the existing knowledge on the bryophytes (mosses and liverworts) in Aragón, addressing both the specialized and general public. It is composed of an introductory part dealing with general matters, including the history of Bryology in Aragón; followed by a set of files, one for each taxon, containing all the available information for it and including its distribution map. Aragón holds 691 bryophyte taxa (130 liverworts and 561 mosses), belonging to 82 families. Huesca province and the Pyrenean biogeographical sector are the richest areas in taxa (622 and 596 respectively).

Key words: mosses, liverworts, digital atlas, distribution, ecology, Spain

RESUMEN

Se presenta el Atlas de Briófitos de Aragón integrado en el proyecto Atlas de la Flora de Aragón, que patrocina el Departamento de Medio Ambiente del Gobierno regional (www.ipe.csic.es/floragon). Esta obra recopila el conocimiento existente sobre los briófitos (musgos y hepáticas) en Aragón, con miras tanto al público especializado como al general. Se compone de un bloque introductorio con generalidades, incluida la historia de la Briología en Aragón; seguido de un conjunto de fichas, una por cada taxón, que reúne toda la información disponible sobre el mismo incluyendo su mapa de distribución. Aragón alberga 691 taxones de briófitos (130 hepáticas y 561 musgos), pertenecientes a 82 familias. La provincia de Huesca y el sector biogeográfico del Pirineo son las áreas con mayor número de taxones (622 y 596 respectivamente).

Palabras clave: musgos, hepáticas, atlas digital, distribución, ecología, España

1. Museo de Ciencias Naturales de Alava. Fra. de las Siervas de Jesús 24, E-01001 Vitoria-Gasteiz, España. bazzania@arrakis.es

2. Instituto Pirenaico de Ecología, C.S.I.C. Apartado 64. E-22700 Jaca, España

Introducción

Tanto para la gestión ambiental y la adecuada conservación de la biodiversidad como para el conocimiento científico, son fundamentales una buena información básica sobre la diversidad y distribución de los seres de una región así como la buena disponibilidad de esta información, tanto para los especialistas como para el público general y los técnicos responsables del medio ambiente. Por otro lado, es necesario que no sólo la taxonomía, sino también la gestión por parte de las diferentes administraciones públicas presten cada vez más atención a aquellos organismos que en el pasado han padecido la tendencia a quedar desatendidos, como los vegetales llamados “inferiores” o los invertebrados.

Afortunadamente, vivimos en una época en la que la comunicación científica y la disponibilidad de la información acerca de la biodiversidad se han agilizado gracias a las actuales tecnologías informáticas hasta niveles insospechados hace unas pocas décadas. Esta tecnología permite una accesibilidad rápida y cómoda a los datos sobre la presencia y distribución de los seres vivos de una región o país, de sus requerimientos ecológicos, amenazas y estado de conservación. Además tiene la ventaja de una fácil actualización de los datos, frente a la tradicional y convencional publicación en papel. Para nuestro entorno geográfico más cercano y afectando al campo de la Briología, ya existen iniciativas en este sentido, como el *Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya* (<http://biodiver.bio.ub.es/biocat>) y la Cartografía de Briófitos (Península Ibérica e Islas Baleares) (<http://briofits.iec.cat/>).

Con esta filosofía, recientemente se ha procedido a incluir en el Atlas de la Flora de Aragón (<http://www.ipe.csic.es/floragon/index.php>) la abundante información existente sobre los briófitos de Aragón. Se parte de la documentación recopilada en Infante & Heras (2003) y pretende ser la base que permitirá el futuro desarrollo del conocimiento briológico aragonés, que ya cuenta con una larga trayectoria.

De hecho, las dos primeras obras de la Briología española, datadas de la segunda mitad del siglo XVIII, hacen precisamente referencia a Aragón y se deben a Ignacio Jordán de Asso (Asso 1779 y 1781), quien cita musgos y hepáticas de la provincia de Teruel y la Sierra de Guara (Huesca). A lo largo del siglo XIX continúan aportándose datos, si bien de forma escasa y esporádica, y sobre todo debidos a la actividad de botánicos extranjeros. Es sobre todo a partir de la segunda mitad del siglo XX cuando los trabajos briológicos en Aragón se intensifican y amplían, en gran medida impulsados gracias al entusiasmo y obra de la dra. Creu Casas. Esta larga historia científica ha convertido a Aragón en una región con un razonable buen conocimiento de su flora de musgos y hepáticas, y este gran volumen de información cristaliza ahora mediante su incorporación digital como una parte más del Atlas de la Flora de Aragón.

Metodología

El grueso de la información digital de la página de Briófitos del Atlas de la Flora de Aragón se ha ido elaborando en tres etapas:

Primera etapa, 1998-2003: trabajos para la elaboración del Catálogo, Lista Roja y Puntos de Interés Briológico de Aragón, promovidos y financiados por el Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón (Infante & Heras 2003). En este periodo se llevó a cabo la recopilación bibliográfica y vaciado de citas (en aquel momento 191 títulos de referencias con unos 8.000 registros), muestreos en las diferentes áreas geográficas y hábitats aragoneses y la revisión crítica de especies e incorporación de los datos de especímenes de herbario (unos 6.000 especímenes). Frutos de estos trabajos fueron un primer checklist aragonés (Infante *et al.* 2002) compuesto por 674 taxones (116 hepáticas y 558 musgos) y la elaboración del Catálogo de los Briófitos de Aragón (Infante & Heras 2003), basado en unos 14.000 registros bibliográficos y de herbario e incluyendo 687 taxones (128 hepáticas y 559 musgos), además de una Excludenda de 49 taxones.

Segunda etapa, 2005-2006: elaboración del estudio briológico del Parque Natural de la Sierra y los Cañones de Guara (Infante Sánchez & Heras Pérez 2007), promocionado por la dirección este parque natural y el Servicio Provincial de Medio Ambiente de Huesca (Gobierno de Aragón). Este estudio incluyó la prospección de 112 puntos de muestreo en las 81.225 hectáreas (parque y zona periférica), lo que rindió un listado de 235 taxones (27 hepáticas y 208 musgos). Aunque sólo aportó seis novedades para Aragón, contribuyó en gran medida a densificar la información sobre briófitos del Prepirineo un área que se hallaba especialmente desatendida.

Tercera etapa, 2008-2009: fase de actualización de la información para adaptar los cambios sistemáticos y nomenclaturales más recientes (Hill *et al.* 2006), y la incorporación de los datos contenidos en nuevas publicaciones, en particular las procedentes del proyecto Flora Briofítica Ibérica, dirigido desde la Universidad de Murcia y Sociedad Española de Briología.

En total, al inicio de su andadura, el Atlas de Briófitos de Aragón reúne la información contenida en 267 referencias bibliográficas y en más de 9.000 especímenes que se conservan principalmente en los herbarios VIT (Museo de Ciencias Naturales de Alava, Vitoria) y BCB (Universitat Autònoma de Barcelona), pero también en otros (ARAN Sociedad de Ciencias Aranzadi, San Sebastián; JACA Instituto Pirenaico de Ecología - C.S.I.C., Jaca, Huesca; MA Real Jardín Botánico - C.S.I.C., Madrid; MAF Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense, Madrid; Herbario PC Muséum National d'Histoire Naturelle, París; TLA Université Paul Sabatier de Toulouse, Francia y VAL Universidad de Valencia).

Resultados. Los briófitos en el Atlas de la Flora de Aragón

En la página digital del Atlas de la Flora de Aragón actualmente se ofrecen dos grandes bloques de información, el primero para las plantas vasculares y el segundo, que es el que nos ocupa, a los briófitos.

En este bloque dedicado a los briófitos, existen capítulos previos de introducción práctica a los contenidos de la página digital, y sobre aspectos básicos de su biología, estructura, sistemática y ecología, enlaces a páginas digitales relacionadas con estos vegetales, listado de bibliografía, la historia de los estudios briológicos en Aragón y un mapa con los Puntos de Interés Briológico de Aragón (fig. 1). El grueso del contenido lo constituyen las fichas a las que se accede mediante un buscador; una para cada hepática y musgo registrado en Aragón, que ofrecen en distintas pestañas información sobre nomenclatura y sistemática de la especie, su biología, distribución y conservación, tanto en Aragón como a mayores escalas geográficas, con un mapa de su presencia en Aragón. Se permite el acceso a las fichas de los taxones bien a través de un buscador alfabético mediante la inicial de género, o bien, a través del listado alfabético de briófitos aragoneses.

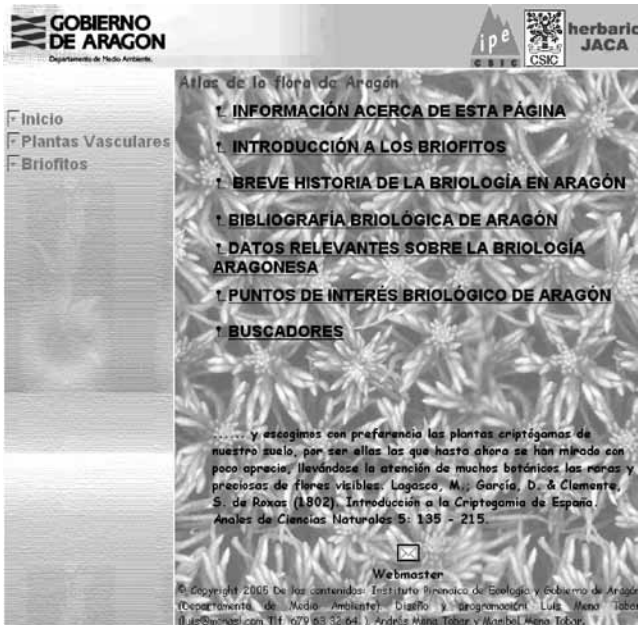


FIGURA 1. Índice del Atlas de Briófitos de Aragón.

GOBIERNO DE ARAGON
Departamento de Medio Ambiente

ipe
CSIC

herbario JACA
CSIC

Inicio » Género : Anomodon » Especie : viticulosus 1

Inicio
Plantas Vasculares
Briofitos

Imprimir

Anomodon viticulosus (Hedw.) Hook. & Taylor

- Nomenclatura y Sistemática**
- Biología**
- Distribución y conservación**
- Comentarios y citas reseñables**
- Mapa de distribución**
- Imágenes**
- Dibujos**

Patxi Heras & Marta Infante

Imagen 1 Imagen 2 Imagen 3

FIGURA 2. Portada de una de las fichas de taxon.

La ficha para cada taxon está constituida por siete pestañas, cada una conteniendo sus correspondientes apartados informativos (fig. 2). Son las siguientes:

Nomenclatura y sistemática. Reúne la sistemática del taxon, sinónimos presentes en la bibliografía aragonesa y su estatus de presencia en Aragón. La nomenclatura seguida en el Atlas de la Flora de Aragón – Briófitos es la de Grolle & Long (2000) para hepáticas y Hill *et al.* (2006) para musgos, con la excepción del género *Pterygoneurum*, en el que se sigue la nomenclatura de Flora Briofítica Ibérica (Cano 2006). El estatus de presencia de la especie en Aragón se señala de acuerdo con estas cinco categorías: «planta con presencia reciente comprobada en Aragón», «planta citada en Aragón antes de 1960, sin citas posteriores», «planta dudosa que precisa comprobación», «planta que está cerca de Aragón y cuya presencia consideramos probable» y «planta citada en Aragón, posiblemente errónea».

Biología. Información de índole general («hábito», «estrategia vital» y «rangos ecológicos») y específica para Aragón («hábitat», «altitudes», «piso bioclimático» y «datos reproductivos»). El campo de «hábito» acoge unos pocos rasgos morfológicos esenciales de la especie; por su parte los de «hábitat», «altitudes» y «piso bioclimático» muestran datos de su presencia y ecología en Aragón. De

índole general es la información de las cajas «estrategia vital», siguiendo a During (1979, 1992) y «rangos ecológicos», siguiendo principalmente a Dierßen (2001), mientras que la de «datos reproductivos» contiene información general (tipo de sexualidad) así como la fertilidad de la especie en Aragón (producción de esporófitos) o capacidad de generar propágulos (propagación vegetativa).

Distribución y conservación. Información tanto sobre la presencia de la especie a gran escala (distribución mundial e ibérica, corología) como en Aragón. La caja «presencia en Aragón» muestra la presencia de la especie en cada una de las tres provincias aragonesas y en los sectores biogeográficos naturales (Pirineo, Depresión del Ebro y Sistema Ibérico). También muestra la abundancia de la especie en cada uno de estos tres sectores de acuerdo a la siguiente escala: muy común (presente en más de 20 cuadrados UTM 10x10), común (10-20 UTM), escasa (6-9 UTM), rara (3-5 UTM), muy rara (1-2 UTM). Respecto a la conservación, se señala si se trata de una especie protegida por la ley y recogida en el

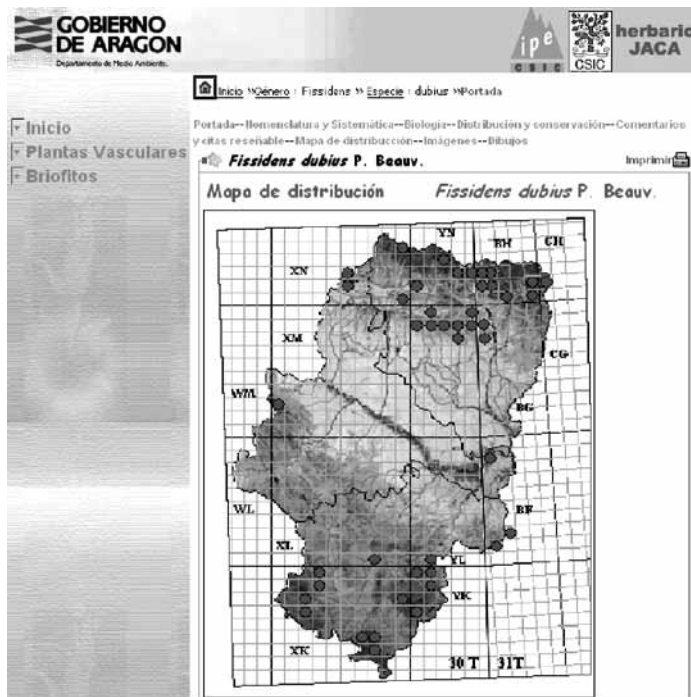


FIGURA 3. Mapa de distribución de *Fissidens dubius*.

Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón (Decreto 49/95, de 28 de Marzo, de la Diputación General de Aragón, B.O.A. nº 42 de 07.04.1995, y su actualización por Orden de 4 de Marzo de 2004, B.O.A. nº 34, de 22.03.2004), y su consideración en la Lista Roja de los Briófitos de la Península Ibérica (Sérgio *et al.* 2006).

Comentarios y citas reseñables. Se realizan comentarios de diverso tipo, generalmente de índole taxonómica o relativa a su distribución en determinadas especies, y se detalla las localidades de aquellas especies raras en cualquiera de los sectores biogeográficos (Pirineo, Depresión del Ebro y Sistema Ibérico). Por su parte, la caja «referencias bibliográficas» relaciona la bibliografía que aporta citas para la especie en cuestión. Finalmente, el autor de la ficha y su fecha de actualización figuran en sendas cajas.

Mapa de distribución. Este mapa de cada taxon es un archivo de imagen fijo, que señala su distribución por cuadrículas UTM 10x10, sin distinción de si la fuente es bibliográfica o viene refrendada por un espécimen de herbario (fig. 3).

Imágenes y Dibujos contienen información gráfica sobre el taxon, en ocasiones sobre su hábitat.

Conclusiones. Algunos datos sobre la Brioflora de Aragón

Aragón alberga 691 taxones de briófitos (130 hepáticas y 561 musgos), pertenecientes a 82 familias. La inmensa mayoría de estos taxones son plantas con presencia reciente comprobada en Aragón (641 taxones); pero hay que destacar que 46 de ellos han sido citados en Aragón antes de 1960, y no tienen citas posteriores. Tan sólo 3 taxones son de presencia dudosa y por tanto precisan comprobación, y finalmente, un taxón está citado cerca de Aragón y su presencia se considera probable.

Los briófitos presentes en Aragón se reparten como señala la tabla 1, Huesca es la provincia más rica en taxones y el Pirineo el sector biogeográfico más rico. Por su parte, Zaragoza y la Depresión del Ebro son las regiones con un menor número de briófitos.

TABLA 1. Distribución de los briófitos aragoneses por provincias y sectores biogeográficos

		número de taxones	número de taxones exclusivos
provincia	Huesca	622	260
	Zaragoza	287	21
	Teruel	350	33
sector biogeográfico	Pirineo	596	256
	Depresión del Ebro	140	22
	Sistema Ibérico	398	49

TABLA 2. Distribución por pisos bioclimáticos de los briófitos en Aragón

pisos altitudinales	número de taxones
montano	401
subalpino	365
alpino	138
mesomediterráneo	139
supramediterráneo	353
oromediterráneo	191
crioromediterráneo	4

La distribución por pisos bioclimáticos de los briófitos en Aragón se muestra en la tabla 2. El piso montano es el más numeroso en taxones, seguido por el subalpino y el supramediterráneo. Los pisos alpino y crioromediterráneo son los de menor número de taxones.

Finalmente, debe señalarse que en el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón están incluidos nueve briófitos, de las cuales seis se encuentran bajo la categoría «En Peligro de Extinción» (PE) (*Buxbaumia viridis* (Moug. ex Lam. & DC.) Brid. ex Moug. & Nestl., *Riella notarisii* (Mont.) Mont., *Crossidium aberrans* Holz. & E.B. Bartram, *Orthotrichum rogeri* Brid., *Pterygoneurum subsessile* (Brid.) Jur. y *Tortula pallida* (Lindb.) R.H. Zander), uno como «Sensibles a la Alteración de su Hábitat» (SAH) (*Riella helicophylla* (Bory & Mont.) Mont.) y dos «De Interés Especial» (IE) (*Riccia crustata* Trab. y *Pterygoneurum sampaianum* (Guim.) Guim.).

Agradecimientos

Luis, Andrés y Maribel Mena Tobar son responsables del análisis y programación informática. Los encargados de la elaboración cartográfica han sido Alvaro Gairín Raval y José Luis Sanz Sanz. La supervisión por parte de Gobierno de Aragón ha corrido a cargo de David Guzmán.

Javier Puente (Gobierno de Aragón) fue el impulsor y director de los trabajos que cristalizan en este Atlas, buena parte del mérito de esta obra le corresponde. Agradecemos las atenciones de Julio Guiral y de todos los técnicos y guardas forestales que nos echaron una mano durante el trabajo de campo. La calidad de esta información debe muchísimo a la colaboración y acogida del Laboratorio de Briología de la Universidad Autónoma de Barcelona, en particular de la doctora Casas, pero de todas sus miembros, Rosa Cros, Montse Brugués, Anna Barrón y Elena Ruiz. ¡Gracias a todos!

Bibliografía

- ASSO, I. J. de 1779. *Synopsis stirpium indigenarum Aragoniae*. Massiliae.
- ASSO, I. J. de 1781. *Mantissa stirpium indigenarum Aragoniae*. Amstelaedami.
- CANO, M. J. 2006. *Flora Briofítica Ibérica*. Volumen III. Pottiales, Encalyptales. *Pterygoneurum*: 98-106.
- DIERßEN, K. 2001. Distribution, ecological amplitude and phytosociological characterization of European bryophytes. *Bryophytorum Bibliotheca* 56. J. Cramer, Berlin - Stuttgart. 289 pp.
- DURING, H. J. 1979. Life strategies in Bryophytes: a preliminary review. *Lindbergia* 5: 2-18.
- DURING, H. J. 1992. Ecological classifications of bryophytes and lichens. In: BATES, J. W. & FARMER, A. M. (eds.) *Bryophytes and Lichens in a Changing Environment*: 1-31. Clarendon Press, Oxford.
- GROLLE, R. & LONG, D. G. 2000. An annotated check-list of the Hepaticae and Anthocerotae of Europe and Macaronesia. *Journal of Bryology* 22(2): 103-140.
- HILL, M. O., BELL, N., BRUGEMAN-NANNENGA, M., BRUGUÉS, M., CANO, M. J., ENROTH, J., FLATBERG, K. I., FRAHM, J.-P., GALLEGRO, M. T., GARILLETI, R., GUERRA, J., HEDENÁS, HOLYOAK, D. T., HYVÖNEN, J., IGNATOV, M. S., LARA, F., MAZIMPAKA, V., MUÑOZ, J. & SÓDERSTRÖM, L. 2006. Bryological Monograph. An annotated checklist of the mosses of Europe and Macaronesia. *Journal of Bryology* 28(3): 198-267.
- INFANTE, M. & HERAS, P. 2003. *Briófitos de Aragón: Catálogo, Lista Roja y Puntos de Interés Briológico*. Diputación General de Aragón. Informe técnico inédito.
- INFANTE SÁNCHEZ, M. & HERAS PÉREZ, P. 2007. *Briófitos (musgos y hepáticas) del Parque Natural de la Sierra y los Cañones de Guara*. Col·lecció Pius Font i Quer, vol. 5. Diputació de Lleida / Institut d'Estudis Ilerdencs, Lleida. 238 pp.
- INFANTE, M., SEGARRA, J. G. & HERAS, P. 2002. Preliminary checklist of the bryophytes of Aragón (Spain). *Flora Mediterranea* 12: 183-259.
- SÉRGIO, C., BRUGUÉS, M., CROS, R. M., CASAS, C. & GARCÍA, C. 2006. The 2006 Red List and an updated checklist of bryophytes of the Iberian Peninsula (Portugal, Spain and Andorra). *Lindbergia* 31(3): 109-125.

C y N en suelos de pastos alpinos del macizo del Monte Perdido (Parque Nacional de Ordesa, Pirineo Central)

Juan J. Jiménez^{1*} & Luis Villar¹

.....

ABSTRACT

C and N in Alpine grassland soils of Monte Perdido Massif (Ordesa National Park, Central Pyrenees)

In this study we analyzed two types of soil samples collected from 4 summits of Monte Perdido Massif (Punta Acuta, Custodia, Tobacor and Punta de las Olas). In each summit soil samples were taken in the 4 slopes oriented to the four cardinal points, at ca. 10 m below the summit, together with a vegetation survey. We evaluated pH, nutrient concentrations, total C (inorganic + organic) and N and in the different particle size fractions after physical fractionation method, and NH_4^+ and NO_3^- concentrations. Our results indicated that total C, N, P and NH_4^+ concentrations decreased with increasing altitude, while pH increased. The highest concentrations in total C were found in the west aspect and ranged from 24.5 to 66.2 g kg⁻¹ in Tobacor and Acuta summits, respectively. Regarding C_{org} concentration in the different fractions, the 53-250 μm fraction contained the lowest concentration in all aspects at Punta Acuta, while in the rest of summits the <20 μm fraction also contained the lowest C_{org} concentration. NH_4^+ and NO_3^- concentrations varied significantly between the facets in each summit (ANOVA, $P < 0.05$). We conclude that the combination of both abiotic and biotic factors explained our results; however, there is a need of more studies to disentangle the importance of each factor in all the variables analyzed.

Key words: ammonium, nitrate, carbon fractions, plant community, grazing, herbivory, alpine

RESUMEN

En este estudio se analizaron dos tipos de muestras de suelo tomadas en caras orientadas a los cuatro puntos cardinales de cuatro cimas del Monte Perdido (Punta Acuta, Custodia, Tobacor y Punta de las Olas) y se inventarió la vegetación en el área de muestreo. Se midieron el pH, cationes, la concentración de P y de iones NH_4^+ y NO_3^- y las de C y N total en diferentes tamaños de agregados del suelo mediante un fraccionamiento físico-químico. Las concentraciones de C, N y P totales y de NH_4^+ disminuyeron con la altitud, mientras que el pH aumentó. La concentración más alta de C total se encontró en las caras oeste de Tobacor y Acuta, 24,5 y 66,2 g kg⁻¹, respectivamente. En Punta Acuta la concentración de C_{org} en la fracción 53-250 μm fue la más baja de todas las exposiciones, mientras que en el resto de cimas fue la fracción <20 μm . Las concentraciones de iones NH_4^+ y NO_3^- variaron significativamente entre las diferentes exposiciones de cada cima (ANOVA, $P < 0.05$).

1. Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC, Avda. Regimiento Galicia, s/n. E-22700, Jaca (Huesca), España
* jjimenez@ipe.csic.es

La combinación de factores abióticos y bióticos explica nuestros resultados, aunque son necesarios más estudios para discriminar la importancia de cada uno de ellos en las variables analizadas.

Palabras clave: amonio, nitrato, fracciones de carbono, comunidad vegetal, pastoreo, herboría, piso alpino

Introducción

La acumulación de carbono (C) en suelos del piso alpino es muy lenta y las condiciones abióticas extremas limitan el flujo de C del suelo a la atmósfera (Rodeghiero & Cescatti 2005). La dinámica del C depende de una serie de factores y procesos formadores de suelo a lo largo de una escala jerárquica: clima, material parental, pendiente, microrrelieve, vegetación e incorporación de materia orgánica y organismos del suelo. En suelos de montaña la variabilidad espacial es mayor debido a los factores de orientación, pendiente, pedregosidad, perfil de suelo y vegetación. En territorios montañosos estos factores son limitantes para la acumulación y almacenamiento de C_{org} (Leifeld *et al.* 2005). Las plantas encontradas en estas áreas no son abundantes y su cobertura es escasa, requieren de adaptaciones importantes como órganos longevas, aunque con bajo contenido de nutrientes, lo que unido a las bajas temperaturas y la heterogeneidad espacial a pequeña escala reduce el aporte de C al suelo. En un proceso de aumento de la temperatura terrestre es esperable una reducción de la innivación y una mayor producción de biomasa vegetal. Por dicha razón, es necesario establecer datos de referencia que permitan futuras comparaciones, en especial en áreas como el Parque de Ordesa, recientemente incluido en la red de observatorios ecológicos a largo plazo (LTER, *Long Term Ecological Research*) sobre procesos importantes relacionados con el cambio global.

En los Pirineos centrales, Duchaufour & Gilot (1966) y Labroue & Lascombes (1970, 1972) analizaron características del suelo en el piso alpino inferior y superior del Pic du Midi de Bigorre (Francia). Otros estudios más recientes provienen de pastos alpinos de Suiza e Italia (Hitz *et al.* 2001, Leifeld & Fuhrer 2009), pero en general son pocos los trabajos que han analizado la concentración de elementos del suelo según la exposición, excepto entre la solana y la umbría (García-Pausas *et al.* 2007, Egli *et al.* 2009).

La cantidad de C orgánico en el suelo aumenta con la altitud hasta la zona del límite forestal (Ganuza & Almendros 2003, Miller *et al.* 2004, Rey Benayas *et al.* 2004, Leifeld *et al.* 2005). Por encima de dicha línea, la tendencia se invierte y la cantidad de MO se acerca a cero en sustratos desprovistos de vegetación del piso alpino (Bardgett 2005). Sin embargo, ¿qué ocurre en aquellas áreas de montaña que han sido pastoreadas durante siglos y ello ha provocado el descenso del límite superior del bosque? En el área de estudio la ganadería extensiva ha sido practicada durante siglos, aprovechando los pastos subalpinos y alpinos en

el macizo del Monte Perdido. El objetivo principal de este estudio fue analizar una serie de variables físico-químicas que son importantes en los procesos del suelo, como la concentración de iones NH_4^+ y NO_3^- y las diferentes fracciones de C, en pastos alpinos sometidos a diferentes tipos y grados de perturbación natural y antrópica, como la actividad periglaciaria o la acción de los herbívoros domésticos o silvestres (Villar & Benito 2003). El estudio de estas relaciones con las variables mencionadas nos dará pistas para predecir mejor el almacenaje de C en estos ecosistemas.

Material y métodos

ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el macizo de Monte Perdido, en el Parque Nacional de Ordesa, en cuatro cimas incluidas en una zona piloto perteneciente a la red del proyecto GLORIA (*Global Observation Research Initiative in Alpine Environments*): Punta Acuta, 2.242 m s.n.m.; Custodia, 2.519 m; Tobacor, 2.779 m y Punta de las Olas, 3.022 m. Todas las cimas estudiadas se encuentran en el Parque Nacional de Ordesa, que es además Reserva de la Biosfera y Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO. El material parental es arenisca en las tres primeras cimas y caliza en la cuarta. El pastoreo extensivo ha sido una actividad permitida en el interior del parque y aún se mantiene en las dos cimas inferiores, mientras que las dos superiores reciben un impacto moderado de excursionistas. Es sabido que en muchos macizos montañosos el límite superior del bosque se encuentra por debajo de su potencial climático como resultado del pastoreo (Fischling *et al.* 2007). El área de estudio, en efecto, ha sido intensamente pastoreada durante siglos (Aldezabal 2001) y sólo pequeños grupos de *Pinus uncinata* se acercan a la cima 1 (Punta Acuta), a 2.180-2.200 m; por encima de dicha línea no se observan ni árboles ni arbustos. La cima 4 (Punta de las Olas) ya roza el piso subnival, sólo algunas plantas pioneras como *Saxifraga iratiana*, *Androsace ciliata*, *Poa alpina* o *Leucanthemopsis alpina* colonizan fisuras de las rocas y apenas se ven huellas de herbívoros.

MUESTREO DE SUELO

Con el objetivo de no alterar el área destinada en las cimas a la observación de la flora en el proyecto internacional GLORIA, se recolectaron dos tipos de muestras de suelo a 5 cm de profundidad a 10 m por debajo de la cima en laderas expuestas a los cuatro puntos cardinales y en un área de 10x10 m con el fin de reducir la variabilidad especial:

- Muestra A: consistió en 4 submuestras para la determinación de pH, carbono (C) orgánico e inorgánico, nitrógeno (N) total, fósforo (P) total y C orgánico en los micro-agregados, es decir, <250 μm .

- Muestra B: 4 submuestras que fueron conservadas por separado a 4 °C para la determinación colorimétrica de amonio (NH_4^+) y nitratos (NO_3^-). Los análisis se realizaron por triplicado para cada una de las cuatro muestras recogidas en cada orientación (N, S, E y O).

INVENTARIOS DE LA VEGETACIÓN

Se tomó un inventario fitosociológico de la vegetación en cada una de las 4 áreas de muestreo de cada cima siguiendo los puntos cardinales, anotando los índices de abundancia de todas las especies vegetales encontradas; el área osciló entre 16 y 100 m² (Anexo).

ANÁLISIS DE LABORATORIO

El pH del suelo se analizó en laboratorio con un pH-metro. Se utilizó un analizador de C (Elemental Vario Max Analyzer) para determinar la concentración de C y N total en muestras de suelo tamizado a <200 µm, mientras que el C inorgánico se analizó con ácido clorhídrico (HCl). La concentración de N inorgánico bajo la forma de iones NH_4^+ y NO_3^- se realizó mediante análisis colorimétrico en extractos obtenidos con KCl 1M en las muestras de suelo que estaban conservadas a 4 °C (Maynard & Kalra 1993). De cada muestra de suelo se obtuvieron 3 extractos, así, el número total de muestras por cima fue de 48 (3 extractos x 4 submuestras de suelo x 4 exposiciones). También se cuantificaron las relaciones C:N y N:P, la primera depende de las comunidades de plantas presentes y la segunda (ratio Redfield) indica el grado de productividad vegetal de un ecosistema determinado.

FRACCIONAMIENTO FÍSICO QUÍMICO

Brevemente, 50 g de suelo seco tamizado <2 mm se dispersaron en 50 ml de sodio hexametáfosfato 5% y 75 ml de agua deionizada durante 18 h y agitando durante 30 min. Posteriormente se utilizó una columna de tamices de 250, 53, y 20 µm con el fin de separar las siguientes fracciones: arena gruesa (53-200 µm), arena fina (20-53 µm) y limo + arcilla (<20 µm), respectivamente en viales que se secaron a 60 °C durante 72 h. No se empleó ningún tratamiento químico para eliminar la materia orgánica (MO) lábil, es decir, la fracción ligera de la MO. Las concentraciones de C y N se determinaron en cada fracción en un analizador de C (Elemental Vario Max Analyzer).

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los resultados se contrastaron con análisis no paramétricos, ANOVA Kruskal-Wallis y diferencias post-hoc con el test HSD de Tukey. Se utilizó el programa SPSS para los análisis estadísticos y Sigmaplot para las representaciones gráficas.

TABLE 1. Características físico-químicas de los suelos analizados (muestra A) en las 4 cimas estudiadas en el Macizo de Monte Perdido (Huesca). En el caso de NH_4^+ y NO_3^- los valores (media \pm desviación típica) seguidos por una letra diferente en la misma columna indican diferencias significativas para comparaciones múltiples (Test HSD de Tukey, ANOVA Kruskal-Wallis, $p < 0.05$).

Cima	Exp.	Latitud	Longitud	Textura	pH H_2O (1:1)	C inorg. (%)	C total (mg g ⁻¹)	N total (%)	P total (mg g ⁻¹)	C/N	N/P	NH_4^+ (mg kg ⁻¹)	NO_3^- (mg kg ⁻¹)
Acuta	N	42°38'16.522"	N 0°03'44.461"	O Franco-arenosa	6,6	0	52,5	0,473	0,53	11,1	0,9	3,90 \pm 0,2 b	20,96 \pm 13,8 b
	S	42°38'14.33"	N 0°03'44.193"	O Franca	5,9	0	27,28	0,307	0,39	8,9	0,8	3,59 \pm 0,4 b	26,49 \pm 9,7 ab
	E	42°38'15.829"	N 0°03'42.964"	O Franca	6,3	0	27,10	0,277	0,14	9,8	1,9	3,67 \pm 0,2 b	23,30 \pm 13,7 b
	O	42°38'15.775"	N 0°03'45.720"	O Franco-arcillosa	4,0	0	66,21	0,618	0,22	10,7	2,4	11,86 \pm 8,4 a	67,01 \pm 44,0 a
Custodia	N	42°39'01.934"	N 0°01'53.792"	E Franco-limosa	7,9	16,06	30,06	0,171	0,01	17,6	15,8	2,97 \pm 0,1 b	15,53 \pm 3,01 b
	S	42°38'59.253"	N 0°01'53.776"	E Franca	6,5	0	52,45	0,455	0,69	11,5	0,6	3,66 \pm 0,4 a	84,34 \pm 34,0 a
	E	42°39'00.670"	N 0°01'54.877"	E Franco-limosa	7,8	18,41	32,89	0,107	0,13	30,7	1,0	2,72 \pm 0,1 b	25,88 \pm 9,5 bc
	O	42°39'01.089"	N 0°01'52.460"	E Franca	6,7	0,00	63,32	0,680	1,21	9,3	0,5	9,48 \pm 11,6 a	60,62 \pm 43,0 ac
Tobacor	N	42°39'21.385"	N 0°00'48.803"	O Franca	7,3	11,33	19,0	0,090	0,02	21,1	5,4	4,47 \pm 2,3 b	26,96 \pm 21,2 a
	S	42°39'19.698"	N 0°00'48.922"	O Franca	7,4	0	5,11	0,111	0	4,6	-	9,12 \pm 6,6 a	24,22 \pm 8,0 a
	E	42°39'20.330"	N 0°00'47.554"	O Franco-arenosa	7,5	0	5,77	0,102	0,02	5,7	4,3	4,10 \pm 0,2 b	43,01 \pm 42,8 a
	O	42°39'20.210"	N 0°00'50.057"	O Franca	7,7	16,79	24,5	0,089	0	27,5	-	3,28 \pm 0,3 c	20,05 \pm 9,5 a
Olas	N	42°39'45.735"	N 0°03'13.019"	E Franco-arenosa	7,5	0	9,66	0,108	0,10	8,9	1,2	3,63 \pm 0,1 a	41,00 \pm 16,4 a
	S	42°39'42.869"	N 0°03'13.410"	E Franca	7,6	25,94	33,68	0,076	0,04	44,3	1,8	3,06 \pm 0,1 c	7,08 \pm 1,14 bc
	E	42°39'44.052"	N 0°03'14.403"	E Franca	7,9	1,68	7,94	0,080	0,01	9,9	5,6	3,31 \pm 0,2 ac	9,16 \pm 1,29 ac
	O	42°39'43.745"	N 0°03'11.560"	E Franca	7,7	28,18	36,02	0,069	0	52,2	-	2,62 \pm 0,2 c	6,82 \pm 1,07 b

Resultados

El pH y la relación C:N de los suelos analizados aumentó con la altitud de las cimas, mientras que el C, N y P total disminuyeron (tabla 1). La cantidad de materia orgánica (MO) disminuyó significativamente con la altitud. Se observa también que la cara oeste en las dos cimas más bajas presentó las concentraciones más altas de MO, en oposición a la cara este que presentó los valores más bajos (fig. 1). Por el contrario, en las dos cimas más altas, la mayor concentración de MO se encontró en la cara este y en Tobacor (tercera cima) todas las exposiciones albergaron la misma concentración de MO.

En Punta Acuta la concentración de C_{org} en la fracción 53-250 μm fue la más baja en cualquier exposición, mientras que este patrón no se mantiene en el resto de cimas (fig. 2). En Custodia, por ejemplo, esta fracción es la que contiene la mayor concentración de C_{org} en las caras norte, sur y oeste, y en Punta de las Olas en las caras sur y oeste. En la fracción <20 μm (arcilla + limos) la mayor concentración de C_{org} se encontró en la cara este de Punta Acuta, dato que no se mantiene en el resto de las cimas, excepto en las caras sur y este de Tobacor y en la cara norte de la Punta de las Olas. En resumen, de las 16 exposiciones analizadas solamente 7 siguieron el patrón clásico, es decir, que la concentración de C_{org} aumentó a medida que disminuía el tamaño de la fracción.

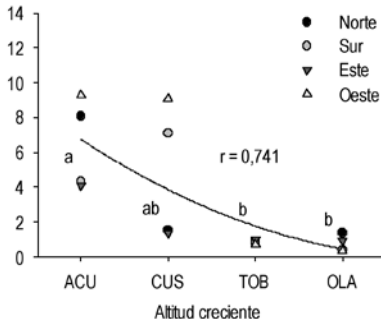


FIGURA 1. Contenido de materia orgánica (MO) en las cuatro cimas del macizo del Monte Perdido.

En el caso del NH_4^+ se encontraron diferencias significativas para los dos factores (cima y exposición) así como la interacción, mientras que sólo el factor cima y la interacción fueron significativas en el caso del NO_3^- (ANOVA Kruskal-Wallis, $P < 0.001$). Las concentraciones de NH_4^+ fueron significativamente más altas en las cimas inferiores que en las superiores (tabla 2), 11,9 y 9,5 mg kg^{-1} en las caras oeste de Punta Acuta y Custodia, respectivamente, seguidas por la cara sur de Tobacor. La concentración de iones NH_4^+ en la cara oeste de Punta Acuta

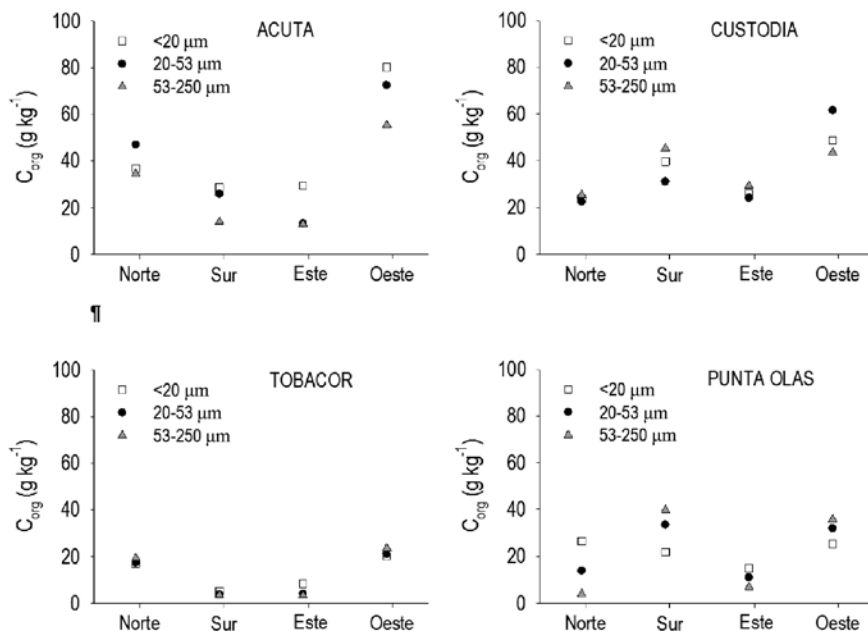


FIGURA 2. Concentración de C_{org} en las diferentes fracciones extraídas del suelo mineral de las cuatro cimas.

fue significativamente diferente al resto de exposiciones ($p < 0,05$; Test HSD de Tukey), mientras que en las dos cimas superiores la concentración de iones NH_4^+ fue más baja en la cara oeste (tabla 2).

La concentración más baja de NO_3^- se obtuvo en la cima más alta, Punta de las Olas (tabla 2). Como ocurrió en la concentración de iones NH_4^+ , la de iones NO_3^- varió significativamente entre las diferentes exposiciones ($p < 0,05$; Test HSD de Tukey). La concentración de iones NO_3^- fue significativamente más alta en la cara oeste de Punta Acuta que en el resto de exposiciones ($p < 0,05$; Test HSD de Tukey). Los valores más altos de iones NO_3^- se obtuvieron en una exposición diferente cuando se compararon las cimas entre sí (tabla 2).

Discusión

Las cimas analizadas en este estudio forman un gradiente, no sólo altitudinal sino de factores ligados a procesos naturales y antrópicos. En nuestro estudio, el pH aumentó con la altitud mientras el N total y la relación C:N disminuyeron,

TABLE 2. Concentraciones de C, N y pH, en diferentes exposiciones y cimas, obtenidas en varios estudios realizados en el Pirineo Central

Cima	Piso, altitud (m)	Exp. ¹	Lugar, país	Especie, comunidad o alianza vegetal	Profund. (cm)	C (mg g ⁻¹)	N (mg g ⁻¹)	pH (H ₂ O)	Referencia
Pic du Midi de Bigorre	Alpino inferior, 2.650	Sureste	Francia	<i>Sesleria coerulea - Helianthemum camum</i>	0-15	39,0	3,8	7,7	Labroue & Lascombes 1970
				<i>S. coerulea - Festuca scoparia</i>	0-9	45,0	3,9	7,6	
				<i>Sempervivum montanum - Cerastium alpinum</i>	0-7	188,0	15,0	6,4	
				<i>Festuca eskia</i>	0-5	177,0	13,7	5,8	
				<i>F. eskia - Geum montanum</i>	0-9	81,0	9,5	6,6	
				<i>Trifolium alpinum</i>	0-11	83,0	8,1	4,8	
Pic du Midi de Bigorre	Alpino superior, 2.800	Norte	Francia	<i>Saxifraga iratiana</i>	0-7	18,0	2,0	7,6	Labroue & Lascombes 1972
				<i>Festuca glacialis</i>	0-14	106,0	10,5	7,0	
				<i>Elyna spicata</i>	0-15	103,0	10,1	6,9	
				Suelo desnudo	0-12	33,0	3,0	7,7	
				<i>Salicetum retuso - reticulatae</i>	0-7	36,0	3,3	7,5	
				<i>Carex curvula</i>	0-11	73,0	6,7	7,1	
				<i>Elyna spicata - Solix retusa</i>	0-8	140,0	12,0	7,2	
				<i>Saxifrageto-Asplenietum viridis</i>	2-11	64,0	3,8	7,6	
				<i>Salix retusa - Ranunculus alpestris</i>	0-9	56,0	5,7	7,5	
				<i>Plantago alpina</i>	0-7	57,0	5,5	7,3	
<i>C. curvula Lotus corniculatus - Potentilla crantzii</i>	0-10	91,0	8,4	6,7					

Cima	Piso, altitud (m)	Exp. ¹	Lugar, país	Especie, comunidad o alianza vegetal	Profund. (cm)	C (mg g ⁻¹)	N (mg g ⁻¹)	pH (H ₂ O)	Referencia
	Alpino superior, 2.760	Noreste	Francia	<i>Saxifraga ajugifolia</i>	0-8	25,0	2,2	7,7	
	Alpino superior, 2.760	Noreste	Francia	<i>Salix herbacea</i>	0-12	40,0	3,6	7,3	
	Alpino superior, 2.760	Noreste	Francia	<i>Poa alpina</i>	0-10	40,0	4,1	7,4	
	Alpino superior, 2.760	Noreste	Francia	<i>Carex pyrenaica</i> – <i>Alopecurus gerardi</i>	0-8	101,0	7,8	6,0	
Bonansa	Subalpino, 1.760	Suroeste	España	Prado subalpino	0-15	55,6	5,4	5,6	Gutián Ojea et al. 1973
Portalet	Subalpino, 1.770	Valle	España	<i>Ranunculus</i> – <i>Veratrum album</i> – <i>Orchis maculata</i>	0-15	26,1	1,7	6,1	
Portalet	Subalpino, 1.780	Noroeste	España	Prado alpino	0-8	79,0	6,3	5,1	
Valle de Vallibierna	Subalpino, 1.920	Sur	España	Prado alpino con <i>Pinus uncinata</i>	0-10	125,2	3,7	5,1	
Ibón de Bachimaña	Supraforestal, 2.200	Sur	España	<i>Vaccinium</i> – <i>Veratrum album</i>	0-10	309,2	13,3	4,5	
Glacé	Alpino superior, 2.750	Norte	Francia	n.i.	0-13	97,0	7,7	4,8	García-Pausas et al. 2007
Estom 1	Subalpino, 2.200	Norte	Francia	n.i.	0-26	91,0	7,2	4,8	
Gourg Cap de Long	Alpino superior, 2.900	Norte	Francia	n.i.	0-20	73,0	5,7	5,4	
Sierra de Chia	Subalp. inferior, 2.140	Noreste	España	<i>Festucion gauteri</i>	0-5	80,9	6,8	5,7	Alcubilla et al. 2009
Val di Fassa	Alpino, 1.920	Norte	Italia	<i>Piceetum</i>	17-28	144,2	7,2	4,0	Egli et al. 2009
Val di Rabbi	Alpino, 1.930	Norte	Italia	<i>Nardetum alpigenum</i>	1-10	194,2	11,2	3,9	
Val di Fassa	Alpino, 1.915	Sur	Italia	<i>Piceetum</i>	4-12	77,3	5,0	4,8	
Val di Rabbi	Alpino, 1.995	Sur	Italia	<i>Laricetum</i>	0-10	85,91	5,3	4,0	

¹ Exp. = Exposición² C orgánico³ n.i. = no indicado

lo que concuerda con estudios realizados en otros sistemas montañosos, como los Alpes (Huber *et al.* 2007). En Tobacor se obtuvo prácticamente la misma concentración de MO en el suelo en todas las exposiciones, lo que podría estar relacionado con el hecho de pocos aportes de MO debido a una menor abundancia vegetal en esta cima en comparación con las dos inferiores. La vegetación y la herbivoría son dos factores importantes que explican las diferencias observadas entre las diferentes exposiciones de las dos cimas inferiores (fig. 1).

En general, los valores de C_{org} en el suelo obtenidos en nuestro trabajo (piso supraforestal) fueron mucho más bajos que los indicados por Garcia-Pausas *et al.* (2007) en diferentes pastos del Pirineo central y por Alcubilla *et al.* (2009) en el bosque subalpino de la Sierra de Chía (Valle de Benasque). Garcia-Pausas *et al.* (2007) encontraron en pastos subalpinos y alpinos (1.845-2.900 m) cantidades de C_{org} en el suelo entre 5,9 y 29,9 kg C m². Los mismos autores indican que el C_{org} disminuía con la altitud en la cara norte de las cimas, mientras que en la cara sur, donde se hallaron los valores más altos, no se detectaron cambios significativos. En nuestro estudio, sin embargo, el efecto de la altitud se notó principalmente en la vertiente oeste de las cimas analizadas. Si comparamos los datos de nuestra cima más baja (Punta Acuta), con los de Alcubilla *et al.* (2009), observamos que el C_{org} fue de 52,5 frente a 80,9 mg g⁻¹.

El suelo mineral analizado contiene valores bajos de C_{org} (fig. 2) y puede que la contribución de restos vegetales en la fracción >20 μ m sea responsable de los valores más altos que aparecen en estas fracciones en algunas cimas, un patrón que no se aprecia en otros estudios, donde en general los valores más altos de C_{org} se encuentran en la fracción <20 μ m. Los valores más altos de C_{org} aparecieron en las caras norte y oeste en Punta Acuta y Tobacor (fig. 2a, c) y en las caras sur y oeste en Custodia y Punta de las Olas (fig. 2b, d).

Respecto a estudios realizados en otros ambientes alpinos (Tabla 2) la concentración de C_{org} obtenida en nuestro estudio fue menor que en estudios realizados en el "Pic du Midi", Pirineo central francés (Labroue & Lascombes 1972). En suelos de pastos alpinos suizos situados a 2.000 m de altitud, Leifeld & Fuhrer (2009) encontraron contenidos de C_{org} entre 6 y 9% (0-4 cm de profundidad) mientras que Egli *et al.* (2009) muestran valores de 19.4% en pastos de los Alpes del sur (Italia), situados en la cara norte a 1.930 m de altitud. En definitiva, observamos gran variabilidad en la concentración de C_{org} en diferentes cimas y exposiciones (tabla 2).

Las altas y bajas concentraciones de iones NH₄⁺ y NO₃⁻ nos indican una dependencia espacial y temporal de la dinámica de nutrientes en los suelos de las cimas analizadas. Huber *et al.* (2007), en un pasto alpino de *Caricion curvulae* con grupos de plantas nivales de *Androsacion alpinae* establecido sobre material silíceo en la cara suroeste del Schrankogel (Tirol, Austria), mostraron una concentración de iones NH₄⁺ y NO₃⁻ entre 4 y 2 μ g N g suelo⁻¹ desde 2.906

hasta 3.079 m s.n.m, respectivamente. En nuestro estudio, aunque el gradiente altitudinal es más amplio, de casi 900 m entre Punta Acuta y Punta de las Olas, se obtuvieron valores similares de iones NH_4^+ ; sólo en algunas exposiciones los valores fueron más altos, entre 9,1 y 11,9 $\mu\text{g N g suelo}^{-1}$ en las caras oeste de Punta Acuta y Custodia y la cara sur de Tobacor (tabla 2). Además, las concentraciones de NH_4^+ son muy bajas en las cimas lo que limita la absorción de N por parte de las plantas en estas áreas, limitación que puede ir unida a una baja actividad microbiana. La menor concentración de iones NH_4^+ a medida que aumenta la altitud demuestra que las tasas de mineralización de N disminuyen a lo largo del gradiente, como observaron Huber et al. (2007). Por el contrario, las concentraciones de iones NO_3^- fueron mucho más altas en nuestro estudio, con un máximo de 84,3 $\mu\text{g N g suelo}^{-1}$, que las obtenidas por los mismos autores, entre 1 y 3 $\mu\text{g N g suelo}^{-1}$; únicamente en la Punta de las Olas la diferencia no es tan marcada (Tabla 2). Esto indica que la nitrificación es un proceso muy importante en las cimas analizadas del Parque Nacional de Ordesa quizás debido al pastoreo, aunque esta hipótesis debe ser probada en próximos estudios.

Los suelos de las cimas más altas son más jóvenes y están menos desarrollados que los de Punta Acuta, donde están más evolucionados y asentados. La contribución de los factores que intervienen en cada una de las cimas es diferente; así, por ejemplo, una fuerza erosiva importante (viento, hielo-deshielo) provocada por la pendiente y las consiguientes pérdidas de C y N por solifluxión, serían relevantes en las cimas más altas. Por el contrario, en las cimas más bajas dominan otros factores, como la abundancia del pasto y su sistema radicular, el pastoreo y el pisoteo, originando suelos más compactos y con mayor cantidad de C y N. Como consecuencia de lo anterior es esperable que, ante un incremento de la T media anual debido al cambio climático, cada una de las cimas responderá de distinta forma, si bien aumentarán la producción vegetal y los aportes de MO al suelo.

Finalmente, la relación N:P o ratio Redfield, aunque difícil de interpretar y poco utilizada en ecología del suelo, nos señala que en estos suelos alpinos la productividad vegetal está limitada y que su valor se encuentra muy por debajo del límite global, establecido en 13.1 por Cleveland & Liptzin (2007). Este dato servirá de referencia para análisis futuros que se realicen en los próximos años.

Agradecimientos

Al proyecto GLORIA por el apoyo económico, y a M. Maestro, J. Azorín, R. Galindo y S. Pérez por los análisis efectuados en el laboratorio del Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC, Jaca). Al Instituto Aragonés de Gestión Ambiental (INAGA) y al Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido por el permiso concedido para realizar los muestreos de suelo. El primer autor también agradece a la fundación ARAID su apoyo a estas actividades.

Bibliografía

- ALCUBILLA, M., ASCASO, J., BROCA, A., MAESTRO, M. & FERRER, C. 2009. Suelos de pastos de puerto en el Pirineo Central y su relación con la vegetación. In: REINÉ, R., BARRANTES, O., BROCA, A. & FERRER, C. (eds.), *La multifuncionalidad de los pastos: producción ganadera sostenible y gestión de los ecosistemas*: 69-76. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, Huesca.
- ALDEZABAL, A. 2001. *El sistema de pastoreo del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido*. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, Zaragoza.
- BARDGETT, R. 2005. *The Biology of Soil. A community and ecosystem approach*. Oxford University Press, Oxford. 254 pp.
- CLEVELAND, C. C & LIPTZIN, D. 2007. C:N:P stoichiometry in soil: is there a "Redfield ratio" for the microbial biomass? *Biogeochemistry* 85: 235-252.
- DUCHAUFOUR, P. & GILOT, J. C. 1966. Etude d'une chaîne de sols de l'étage alpin (Col du Galibier) et ses relations avec la végétation. *Oec. Plant.* 1(3): 253-274.
- EGLI, M., MAVRIS, C., MIRABELLA, A. & GIACCAI, D. 2010. Soil organic matter formation along a chronosequence in the Morteratsch proglacial area (Upper Engadine, Switzerland). *Catena* 82: 61-69.
- EGLI, M., SARTORI, G., MIRABELLA, A., FAVILLI, F., GIACCAI, D. & DELBOS, E. 2009. Effect of north and south exposure on organic matter in high Alpine soils. *Geoderma* 149: 124-136.
- FISCHLIN, A., MIDGLEY, G. F., PRICE, J. T., LEEMANS, R., GOPAL, B., TURLEY, C., ROUNSEVELL, M. D. A., DUBE, O. P., TARAZONA, J. & VELICHKO, A. A. 2007. Ecosystems, their properties, goods, and services. In: PARRY, M. L., CANZIANI, O. F., PALUTIKOF, J. P., VAN DER LINDEN, P. J. & HANSON, C. E. (Eds.), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*: 211-272. Cambridge University Press, Cambridge.
- GANUZA, A. & ALMENDROS, G. 2003. Organic carbon storage of the Basque Country (Spain): the effect of climate, vegetation type and edaphic variables. *Biol. Fertil. Soils* 37:154-162.
- GARCIA-PAUSAS, J., CASALS, P., CAMARERO, L., HUGUET, C., SEBASTIÁ, M.-T., THOMPSON, R. & ROMANYÁ, J. 2007. Soil organic carbon storage in mountain grasslands of the Pyrenees: effects of climate and topography. *Biogeochemistry* 82, 279-289.
- GONZÁLES, G. & SEASTEDT, T. 2001. Soil fauna and plant litter decomposition in tropical and sub-alpine forests. *Ecology* 82(4): 955-964.
- GUTIÁN OJEA, F., Carballas, T & Díaz-Fierros, F. 1973. Suelos de la zona húmeda española. VII. Suelos naturales del Pirineo oscense. *Pirineos* 108: 5-40.
- HITZ, C., EGLI, M. & FITZE, P. 2001. Below-ground and aboveground production of vegetational organic matter along a climosequence in alpine grasslands. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 164: 389-397.
- HUBER, E., WANKE, W., GOTTFRIED, M., PAULI, H., SCHWEIGER, P., ARNDT, S.K., REITER, K. & RICHTER, A. 2007. Shift in soil-plant nitrogen dynamics of an Alpine-nival ecotone. *Plant Soil* 301: 65-76.
- LABROUE, L. & LASCOMBES, G. 1970. L'évolution de la végétation et des sols au Pic du Midi de Bigorre. L'étage alpin inférieur en versant sud. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse* 106: 156-169.
- LABROUE, L. & LASCOMBES, G. 1972. L'évolution de la végétation et des sols au Pic du Midi de Bigorre (Hautes-Pyrénées). L'étage alpin supérieur. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse* 108: 9-37.
- LEIFELD, J., BASSIN, S. & FUHRER, J. 2005. Carbon stocks in Swiss agricultural soils predicted by land use, soil characteristics, and altitude. *Agric. Ecosyst. Environ.* 105: 255-266.
- LEIFELD, J. & FUHRER, J. 2009. Long-term management effects on soil organic matter in two cold, high-elevation grasslands: clues from fractionation and radiocarbon dating. *Eur. J. Soil Sci.* 60: 230-239.

- MAYNARD, D. G., & Y. P. KALRA. 1993. Nitrate and exchangeable ammonium nitrogen. In: Carter, M.R. (ed.), *Soil sampling and methods of analysis*: 25-38. Lewis Publ., Boca Raton, FL.
- MILLER, A., AMUNDSON, R., BURKE, I. C. & YONKER, C. 2004. The effect of climate and cultivation on soil organic C and N. *Biogeochemistry* 67: 57-72.
- PAULI, H., GOTTFRIED, M., HOHENWALLNER, D., REITER, K., CASSALE, R. & GRABHERR, G. 2004. *The GLORIA Field Manual - Multi-summit Approach*. European Commission, Brussels.
- REY BENAYAS, J. M., SÁNCHEZ-COLOMER, M. G. & ESCUDERO, A. 2004. Landscape- and field-scale control of spatial variation of soil processes in Mediterranean montane meadows. *Biogeochemistry* 69: 207-225.
- RODEGHIERO, M. & CESCATTI, A. 2005. Main determinants of forest soil respiration along an elevation/temperature gradient in the Italian Alps. *Global Change Biol.* 11: 1024-1041.
- VILLAR, L. & BENITO, J. L. 2003. Pastoreo y excrementos en el piso alpino del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. In: ROBLES, A.B. *et al.* (eds.) *Pastos, desarrollo y conservación*: 507-512. Junta de Andalucía, Granada.

ANEXO. Inventarios de la vegetación en los 16 puntos de muestreo de suelo en el macizo de Monte Perdido¹ (sólo se anotan las 5 especies más abundantes en cada uno de ellos)

Cima (altitud, 10 m debajo de la cima)	Acuta				Custodia				Tobacor				Olas			
	(2.232 m)				(2.509 m)				(2.769 m)				(3.012 m)			
	N	S	E	O	N	S	E	O	N	S	E	O	N	S	E	O
Exposición (Norte, Sur, Este, Oeste)																
Superficie (m ²)	25	25	25	25	16	25	16	16	100	100	100	100	20	16	16	16
Recubrimiento (%)	50	75	60	95	45	95	45	70	5	5	5	5	40	5	5	(5)
Nº total de especies	27	36	31	17	15	31	19	23	4	9	12	13	8	8	8	0(4)
<i>Geranium cinereum</i> Cav.	+	+	2		1	2	+	3				+				
<i>Poa alpina</i> L.		1			1	3	+	3				+	+	+	+	+
<i>Helictotrichon sedenense</i> (Clarion ex DC.) Holub	1		1		2	2	1	2				+	+			
<i>Arenaria purpurascens</i> Ramond ex DC.			2		1	(+)	1	2	+	+		.	1			
<i>Festuca gautieri</i> (Hack.) K.Richt. subsp. <i>scoparia</i> (A.Kerner & Hack.) Kerguelen	3	4	2		1	4	2	1								
<i>Galium pyrenaicum</i> Gouan					1		1	1	+	+		1	1			
<i>Thymus praecox</i> Opiz	1	+	1	+	+	+	+	1				+				
<i>Lotus corniculatus</i> L.		+	+			1	(+)	2								
<i>Campanula scheuchzeri</i> Vill.	+	+	1	1												
<i>Saxifraga oppositifolia</i> L.					+		1	(+)	+			.	+	1	+	+
<i>Potentilla neumanniana</i> Rchb.	+	1	+			1							+			
<i>Leucanthemopsis alpina</i> (L.) Heywood						(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Silene acaulis</i> (L.) Jacq.	+				+									+	+	+
<i>Androsace ciliata</i> DC.														2	+	+
<i>Festuca pyrenaica</i> Reut.					+		1	+				+				
<i>Festuca glacialis</i> (Miég. ex Hack.) K. Richt.						+	+	+					+	+		
<i>Crepis pygmaea</i> L.												+	+	+	+	+
<i>Linaria alpina</i> (L.) Mill.							+					+	+	+	+	(+)
<i>Saxifraga moschata</i> Wulfen						(+)	(+)	+				1				
<i>Alchemilla alpina</i> L. subsp. <i>saxatilis</i> (Buser) Rouy & Camus	+	+				+	+	+								
<i>Pritzelago alpina</i> (L.) Kuntze													+	+	+	(+)
<i>Veronica nummularia</i> Gouan							+	+					+			
<i>Trifolium thalii</i> Vill.							1	2					+			
<i>Trifolium pratense</i> L.		1	1			1										
<i>Mimuartia cerastifolia</i> (Ramond ex DC.) Graebn.															+	+
<i>Borderea pyrenaica</i> Bub. & Bordère ex Miég.	1		1													(+)
<i>Bupleurum ranunculoides</i> L.		1	1													
<i>Carduus cartiniifolius</i> Lam. subsp. <i>cartiniifolius</i>		1	+													
<i>Festuca eskia</i> Ramond ex DC.		2		3												
<i>Achillea millefolium</i> L.		2	+													
<i>Carduus carlinoides</i> Gouan												+	+			
<i>Saxifraga pubescens</i> Pourr. subsp. <i>iraticana</i> (F.W. Schulz) Engl. & Irmscher														1	+	
<i>Nardus stricta</i> L.				1												
<i>Carex caryophyllea</i> Latourr.				1												
<i>Trifolium alpinum</i> L.				4												
<i>Potentilla nivalis</i> Lapeyr.																+

1. Escala de los índices de abundancia-dominancia en seis clases: 5 (cubre más del 75%); 4 (cubre entre 50 y 75%); 3 (cubre entre 25 y 50%); 2 (cubre entre 10 y 25%); 1 (cobertura <10%) y + (indica presencia puntual en el área del inventario). Entre paréntesis se indica aquellas especies encontradas fuera del área inventariada.

La Saponaire à feuilles de pâquerette (*Saponaria bellidifolia* Sm.) dans les Pyrénées françaises : historique de la connaissance et suivi des populations actuelles

Nadine Lavaupot^{1*}, Nicolas Leblond¹ & Jocelyne Cambecèdes¹

.....

ABSTRACT

Saponaria bellidifolia Sm. in the Pyrenees : historic survey and populations monitoring

Saponaria bellidifolia is a south European mountain plant, protected in France and listed as threatened (VU) in the French red data book. Two localities are currently known in the Pyrenees :

- In the Ossoue valley : a population discovered by Coste in 1911, known until 1998 and found again in 2003 (NLe); located on a stiff rocky slope. The Conservatoire implemented a monitoring study in collaboration with the Parc National des Pyrénées.
- In the Bastan valley : a population discovered in 2009 (NLa) in a dry limestone lawn settling on a very steep slope. The site is close to the locality described by Lapeyrouse in 1813.

A monitoring of both populations is performed every year, to assess their dynamic and to ensure their preservation.

Key words : Pyrenean distribution, monitoring, population structure, recruitment, conservation

RÉSUMÉ

Espèce orophile européenne, *Saponaria bellidifolia* Sm. est protégée en France et figure au Livre rouge de la flore menacée de France comme espèce vulnérable. Si sa présence aux Pyrénées a fait l'objet de discussions animées au XIXe siècle, elle est reconnue comme certaine depuis le début du XXe, suite à la découverte par l'abbé Coste d'une station à la Pène de Sécugnat. Deux populations sont aujourd'hui connues dans les Pyrénées françaises :

- en vallée d'Ossoue : découverte par Coste en 1911, observée par les botanistes jusqu'en 1998, la station a été retrouvée en 2003 (NLe). La population, localisée sur une pente rocheuse abrupte, fait l'objet d'un suivi et de mesures conservatoires.
- en vallée du Bastan : découverte en 2009 (NLa) dans une pelouse rocailleuse calcaire. Cette station est proche du Pic du Midi de Bigorre, où Lapeyrouse citait la plante en 1813.

Les populations font l'objet de suivis annuels de façon à mieux connaître leur dynamique et à assurer leur conservation.

Mots clés : répartition pyrénéenne, suivi, structure de population, recrutement, conservation

1. Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. Syndicat mixte Conservatoire botanique pyrénéen, Vallon de Salut BP 315, 65203 Bagnères de Bigorre Cedex France

*nadine.sauter@cbnmpm.fr

Description



FIGURE 1. *Saponaria bellidifolia* en fleur en vallée du Bastan.

La Saponaire à feuilles de pâquerette est une plante vivace (fig. 1), pratiquement glabre, à souche ligneuse produisant des rosettes de feuilles vertes à 3 nervures, un peu épaisses et en forme de spatule. La tige porte 1 à 3 paires de feuilles opposées, linéaires, plus petites et sur un pétiole moins long que celles de la base.

Au centre de la rosette naît une tige florale portant les fleurs réunies à l'extrémité en un capitule serré, entouré à la base de 2 à 4 bractées lancéolées-linéaires. Les fleurs sont petites, de couleur blanc jaunâtre, et s'épanouissent en juin et juillet. Le fruit est une capsule oblongue, portée par un pédoncule court et épais à graines et produisant des graines tuberculeuses en forme de rein.

Distribution et écologie

Plante des montagnes du sud de l'Europe, des Pyrénées jusqu'à l'Oural, la Saponaire à feuilles de pâquerette est une espèce probablement très ancienne.

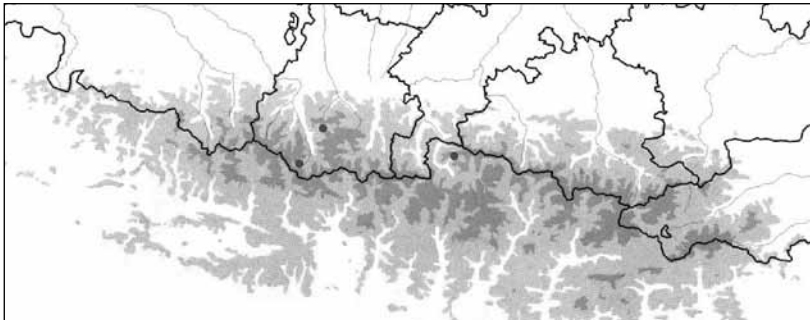


FIGURE 2. Répartition de *Saponaria bellidifolia* dans les Pyrénées ; le point illustrant la présence de la plante en val d'Aran correspond à plusieurs stations (<http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html>).

Elle aurait survécu aux glaciations de l'aire quaternaire dans des refuges du sud de l'Europe et se serait ensuite propagée à partir de populations situées vraisemblablement dans les Balkans (Csergő *et al.* 2009).

Très rare en France, elle n'est connue avec certitude que des Grands Causses (Larzac, Méjean et Guilhaumard) et des Pyrénées centrales (vallées d'Ossoue et de Bastan, dans les Hautes-Pyrénées; fig. 2). Elle est protégée sur le territoire national et inscrite au Livre rouge de la flore menacée de France (Olivier *et al.* 1995) comme espèce vulnérable.

La Saponaire à feuilles de pâquerette se développe en Hautes-Pyrénées sur des rochers et pelouses rocailleuses calcaires, et dans les Grands Causses sur des sables et rocailles dolomitiques.

Historique de la connaissance dans le massif pyrénéen

La première mention pyrénéenne, et française, de Saponaire à feuilles de pâquerette est publiée en 1813 dans l'*Histoire abrégée des plantes des Pyrénées* du baron naturaliste Picot de Lapeyrouse (1813). Basée sur une observation de l'auteur « sur les rochers escarpés à gauche du Lac d'Oncet au Pic de Midi sur le revers du côté du Lac de Leou », cette mention sera un temps controversée. En effet, la limite occidentale connue pour cette plante centro-européenne était alors située en Italie.

Le 23 avril 1857, lors d'une séance de l'Académie des sciences de Toulouse, le docteur D. Clos présente une *Révision comparative de l'Herbier et de l'Histoire abrégée des plantes des Pyrénées*. Il y assure la validité de la part d'herbier de *Saponaria bellidifolia* récoltée par Lapeyrouse, son expertise ne laissant « aucun doute sur la bonne détermination de cette plante » (Clos 1857a).

Quinze jours plus tard, le 8 mai 1857, lors d'une séance de la Société botanique de France, le colonel J. Serres présente une *Note sur quelques espèces nouvelles ou controversées de la flore de France*. Ignorant l'étude de Clos, il propose une révision de la part d'herbier récoltée au lac d'Oncet par Lapeyrouse, l'échantillon lui ayant « semblé n'être autre chose qu'une variété, à tige nue dans le bas, du *Valeriana globulariaefolia* Ram. » (Serres 1857).

Le 18 décembre 1857, lors d'une nouvelle séance de la Société botanique de France, Clos contredit Serres et confirme que les caractères de l'échantillon de Lapeyrouse « sont bien ceux du *Saponaria bellidifolia* » (Clos 1857b).

La découverte de la plante à la Devèze de Lapanouse (Aveyron) en juin 1870, par l'instituteur H. Puech, viendra conclure la polémique autour de son existence en France (Bras 1875).

Il faut attendre le 17 juillet 1911 et une herborisation de l'abbé H. Coste à Gavarnie, en vallée d'Ossoue, pour valider de manière définitive l'existence

de la Saponaire à feuilles de pâquerette dans le massif des Pyrénées. Ce jour là, Coste découvre la deuxième station pyrénéenne (la première étant celle de Lapeyrouse) de cette espèce qu'il connaissait bien de la Devèze de Lapanouse (Coste & Soulié 1912).

Seulement 3 jours après, le 20 juillet 1911, le docteur M. Llenas découvre à son tour une station pyrénéenne, la troisième, dans la Ribera de Ruda (Val d'Aran). Il s'agit de la première mention espagnole (Llenas 1912, Coste & Soulié 1914). Elle y est aujourd'hui connue en plusieurs localités rapprochées.

Enfin, le 24 juin 2009, une nouvelle station a été découverte (NLa) près de Barèges, à la Montagne Fleurie, quelques kilomètres en aval de la station historique de Lapeyrouse.

Cette station de l'*Histoire abrégée des plantes des Pyrénées* n'a jusqu'alors pas été revue, si ce n'est peut-être par Philippe. En effet, ce dernier indique dans sa *Flore des Pyrénées* parue en 1859 la Saponaire jaune (*Saponaria lutea* L.) à la « Hourquette d'Oncet, parmi les schistes micacés », mention rappelant étrangement celle de Lapeyrouse. Curieusement, l'herbier de Philippe comprend pour cette localité une part étiquetée *Saponaria bellidifolia*, et non révisée, pour un échantillon qui n'est autre que la Saponaire jaune. Cette confusion semble conforter l'observation de Lapeyrouse qui avait effectivement signalé que les deux espèces coexistaient au Pic du Midi. La Saponaire jaune n'a pas été mentionnée ailleurs dans les Pyrénées.

Les stations des Pyrénées françaises

STATION DE LA VALLÉE D'OSSOUE

Depuis sa découverte par Coste en 1911, cette station avait été régulièrement observée par les botanistes jusqu'en 1998. En juillet 2002, Jean Vivant, qui la connaissait bien, n'y retrouvait plus la plante : « On devait craindre sa disparition si la recherche s'avérait infructueuse. Ce fut le cas » (Vivant 2003). Heureusement, la Saponaire était retrouvée en 2003 (NLe), sur une station qui ne semble pas coïncider exactement avec celle jadis connue. Cette population est localisée au sein du Parc national des Pyrénées, sur une pente rocheuse abrupte en pied de falaise calcaire exposée au sud à environ 1500m d'altitude. Elle fait l'objet depuis 2006 d'un suivi et de mesures conservatoires mises en place en partenariat avec le Parc national des Pyrénées :

- dénombrement des pieds, des rosettes de feuilles dans chaque pied et des tiges florales,
- protection des tiges pour permettre la fructification,
- récolte de graines pour conservation *ex situ*.

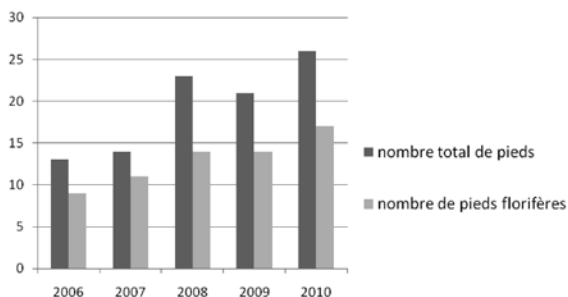


FIGURE 3. Nombre de pieds de *Saponaria bellidifolia* observés lors des suivis annuels.

Depuis le début du suivi, de nouveaux pieds sont observés chaque année (figure 3). Il faut cependant noter qu'étant donné les difficultés d'accès et d'observation, ces chiffres ne révèlent pas forcément la dynamique de la population. En effet, certaines zones de la station ne sont pas accessibles et la recherche des pieds se fait aux jumelles. Lorsqu'un pied ne produit pas de tige(s) florifère(s), les rosettes de feuilles, plaquées contre le sol, ne sont pas visibles de cette façon.

L'étude des nombres de rosettes et de tiges florifères par pied (données cumulées depuis 2006) montre que 93% des pieds comptant plus de 10 rosettes sont florifères, alors qu'ils sont 81% lorsqu'ils ont entre 5 et 10 rosettes, et seulement 26% lorsqu'ils comptent moins de 5 rosettes. Aucun pied ne comportant qu'une rosette de feuilles ne produit de tige florifère. Il existe de plus une corrélation linéaire significative entre le nombre de rosettes de feuilles et le nombre de tiges fleuries (test de Pearson ; $n=82$; $r=0.687$; $p=1\%$) : plus le pied est fourni, plus il produit de tiges florales.

17 nouveaux pieds ont été observés au cours des années successives de suivi. 7 d'entre eux ne comportaient qu'une seule rosette de feuilles lors de la première observation et on peut penser qu'il s'agit de pieds nouveaux issus de la germination de graines.

L'évolution de nombre de rosettes par pied a été analysée sur cette période. Dans 48% des cas, le nombre de rosettes augmente d'une année à l'autre. Dans 28% des cas, il est stable, et dans 15% des cas, on assiste à une diminution de nombre de rosettes. Une seule disparition de pied est avérée, les pieds non accessibles et non revus ne pouvant pas être considérés comme disparus.

Les pourcentages de pieds florifères relevés au cours de ces 5 années de suivi ne sont pas significativement différents (compris entre 60 et 75% selon l'année). Le nombre moyen de tiges florales portées par les pieds florifères est variable d'une année à l'autre et compris entre 3 et 4, sauf en 2007 où on a compté en

moyenne 8 tiges florales par pied florifère. 26 pieds composent la population en 2010. 9 sont végétatifs, dont 7 comportant moins de 5 rosettes (figure 4).

Le prélèvement des capitules par les marmottes est une menace susceptible de nuire au maintien de la population sur le site (Vivant, 2003). Lors des premières années de suivi, on a constaté que 30 à 50 % des tiges fleuries sont coupées par les marmottes. Afin de permettre aux plantes de fleurir et de produire des graines, des cages de protection grillagées ont été installées sur quelques pieds. Le dispositif a permis aux graines d'arriver à maturité et de se disperser sur la station.

Des graines ont été récoltées en 2005 et 2007 ; elles sont conservées dans la banque de graines du Conservatoire botanique.

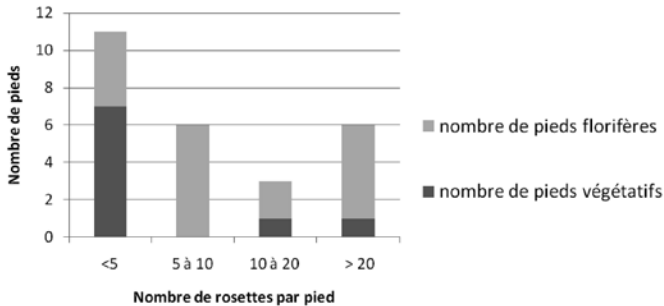


FIGURE 4. Répartition en 2010 des pieds végétatifs et florifères en classes de taille, exprimée en nombre de rosettes par pied.

STATION DE LA VALLÉE DU BASTAN :

Cette station est proche du Pic du Midi de Bigorre, où Lapeyrouse citait la plante en 1813 mais son éloignement par rapport au lac d'Oncet indique qu'il s'agit certainement d'une station différente.

La population a été découverte en 2009 (NLa) au milieu d'ouvrages de soutènement en pierre, sur la Montagne Fleurie au-dessus de Barèges. Elle a fait l'objet d'un premier recensement, qui reste à affiner : les pieds sont dispersés sur des pelouses rocailleuses et des affleurements calcaires, sur un versant très pentu. Néanmoins, une deuxième visite effectuée en 2010 révèle que la population compte plus de pieds que celle connue en vallée d'Ossoue ; bien qu'il soit difficile d'en estimer le nombre exact en raison de la disposition des pieds sur la station (proximité rendant l'identification des individus délicate), un comptage a permis d'inventorier plus de 50 plantes.

Perspectives

Deux stations sont aujourd'hui connues sur les Pyrénées françaises. La station citée par Lapeyrouse à proximité du Pic de Midi a fait l'objet de plusieurs prospections qui n'ont donné pour l'instant aucun résultat : des prospections supplémentaires sont donc à planifier.

Concernant la station d'Ossoue, le suivi doit être poursuivi, en insistant notamment sur la compréhension de la dynamique démographique et de la phénologie des plantes. D'après les premiers résultats, il semble que malgré son effectif limité, la population soit en expansion.

Si la cueillette par les collectionneurs de plantes rares a pu être une menace par le passé, son statut de plante protégée devrait maintenir la préserver de ces dégradations. La menace d'abrutissement des tiges fleuries par les marmottes identifiée en vallée d'Ossoue est à surveiller afin d'intervenir si cela est nécessaire par la pause de cages de protection.

Au sujet de la station de la vallée de Bastan, les modalités de suivi sont à définir. Une information de sa présence a été faite au service RTM (Restauration des terrains en montagne). En-dehors de l'éventualité des travaux sur les murs de soutènement, il ne semble pas qu'il y ait d'autres menaces directes.

Rémerciement

A Carine Marfaing et à David Penin, du Parc national des Pyrénées, pour leur collaboration.

Bibliographie

- BRAS, D. 1875. Sur le *Saponaria bellidifolia* Smith et le *Specularia castellana* Lange. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 22 (1) : XXVII-XXXIII.
- CLOS, D. 1857a. Révision comparative de l'herbier et de l'histoire abrégée des Pyrénées de Lapeyrouse, *Mém. Acad. sci. inscr. b.lett. Toulouse* 1 : 221-307.
- CLOS, D. 1857b. Remarques à l'occasion d'une communication de M. le Colonel Serres concernant quelques plantes de l'herbier Lapeyrouse, *Bull. Soc. Bot. Fr.* 4 : 1077-1120.
- COSTE, H. & SOULIÉ, J. 1912. Plantes nouvelles, rares ou critiques, *Bull. Soc. Bot. Fr.* 59 : 373-380.
- COSTE, H. & SOULIÉ, J. 1914. Florule du Val d'Aran ou catalogue des plantes qui croissent spontanément dans le bassin supérieur de la Garonne, depuis ses sources jusqu'à son confluent avec la Pique. *Bull. Géogr. Bot.* 23 : 91-136, 177-208 & 24 : 5-45.
- CSENGO, A. M., SCHÖNSWETTER, P., MARA, G., DEÁK, T., BOSCAIU, N. & HÖHN, M. 2009. Genetic structure of peripheral, island-like populations : a case study of *Saponaria bellidifolia* Sm. (*Caryophyllaceae*) from the Southeastern Carpathians. *Plant Syst. Evol.* 278 : 33-41.
- LAPEYROUSE, P. I. Picot de 1813. *Histoire abrégée des plantes des Pyrénées, et itinéraire des botanistes dans ces montagnes, suivi du Supplément à l'histoire abrégée des plantes des Pyrénées*. Ed. Bellegarrigue, Toulouse, 700 p.

- LLENAS FERNÁNDEZ, M. 1912. Contribución al estudio de la Flora del Pirineo Central (Valle de Aran). *Memòries de la Institució Catalana d'Història Natural*, I.
- OLIVIER, L., GALLAND, J. P., MAURIN, H. & ROUX, J. P. 1995. *Livre rouge de la flore menacée de France. Tome I : espèces prioritaires*. Muséum national d'histoire naturelle, Service du patrimoine naturel, Conservatoire botanique national de Porquerolles, Ministère de l'Environnement, Paris, Coll. Patrimoines naturels, 20, CLXII + 486 p.
- SERRES, J., 1857. Note sur quelques espèces nouvelles ou controversées de la flore de France 3e article; in : Remarques à l'occasion d'une communication de M. le Colonel Serres concernant quelques plantes de l'herbier Lapeyrouse. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 4 : 434-440.
- VIVANT, J., 2003. Plantes rares du Sud-Ouest de la France observées durant l'année 2002. *Monde des plantes* 481 : 3-8.

Les zones humides de la Principauté d'Andorre : interprétation aux divers niveaux d'intégration écologique

Jean-Jacques Lazare¹ & Sergi Riba²

.....

ABSTRACT

The fen and bog systems of Andorra: an interpretation at different levels of ecological integration

Here we report the ecological interpretation arisen after a field study of the varied water-related systems found in the high mountain landscape of Andorra. We described four new *geopermasigmeta*, going from submerged lacustrine carpets to sedge carpets.

Key words: symphytosociology, geopermaseries, Alpine

Soucieux de pouvoir instaurer une gestion durable des zones humides de la Principauté, le Ministère de l'Agriculture et de l'Environnement du Gouvernement d'Andorre a mis en place en 2002 un programme national d'inventaire et étude écologiques de ses zones humides.

Ce programme a permis de réaliser une importante étude de terrain relative à 1 731 zones humides d'altitude comprenant un nombre cumulé total de 57 habitats différents, l'alimentation d'une base de données géoréférencées et le traitement statistique des données. L'étude a été menée en collaboration avec Yves Cantenot, Ainhoa Darquistade, Sophie Dartiguelongue et José Pujos.

Les interprétations, symphytosociologique de ces habitats d'une part et géosymphytosociologique des complexes d'habitats humides d'autre part, ont permis de décrire quatre *geopermasigmeta* nouveaux situés à l'étage subalpin :

- géopermasérie lacustre d'herbiers d'altitude :
Isoeto lacustris-Sparganio borderei geopermasigmetum Lazare et al. 2009
- géopermasérie édaphohygrophile des bas-marais oligotrophes à "tapis" de *Scirpus cespitosus* L. :

1. Centre d'Etude et de Conservation des Ressources Végétales. 1 allée A. Feuillerat, F-64100-Bayonne & Université Bordeaux I

2. Silvagrina & Parque natural de Sorteny. ribasilvagrina@andorra.ad

Primulo integrifoliae-Trichophoro caespitosi geopermasigmetum Lazare et al. 2009

- géopermasérie édaphohygrophile des bas-marais minérotrophes à “touradons” de *Carex davalliana* Sm.:

Carici davallianae geopermasigmetum Lazare et al. 2009

- géopermasérie édaphohygrophile plus ou moins riche en permasséries des bas-marais oligomésotrophes dominés par le groupement à *Carex nigra* (L.) Reichard :

Carici fuscae geopermasigmetum Lazare et al. 2009

Le lecteur pourra se reporter au contenu détaillé publié in Lazare et al. (2009, *Acta Bot. Gallica* 156 (4) : 589-605).

L'urgence à stopper la régression et la détérioration de ces complexes d'habitats de grand intérêt patrimonial et situés au centre de nombreux conflits d'usage, impose la mise en place d'une gestion concertée et intégrée de ces milieux par la mise en œuvre d'un plan d'action national.

Síntesis de la flora vascular de Navarra

Mikel Lorda¹, Javier Peralta², Asun Berastegi³ & Daniel Gómez⁴

.....

ABSTRACT

Synthesis of the vascular flora of Navarre, N. Spain

The Navarre territory has abundant floristic data and vegetation studies conducted in the last three decades, but whose synthesis is not yet complete. It should be noted that the total number of taxa found in the territory, 2,965 (2,770 native), is very relevant when compared with neighbouring regions (3,200 in Aragon and 2,300 in the Basque Country). Of these taxa, 280 come from inaccurate or old records, and their occurrence in the area requires confirmation. The three biogeographic areas recognized in Navarre, Atlantic, Mediterranean and Alpine, house a similar number of taxa (1,917 and 1,830 and 1,614 respectively), and present a wealth of unique species (249, 435 and 283) proving their singularity. In both the Atlantic and the Alpine areas is the limit distribution of many plants characteristic of both chorological groups (*Abies alba*, *Rhododendron ferrugineum*, *Narcissus poeticus*, *Arctostaphylos alpinus*, *Buglossoides gastonii*, etc.). The following species are notable for their rarity in the whole Iberian Peninsula: *Ranunculus lingua*, *Erodium manescavii*, *Carex strigosa*, etc.; and in some cases recently cited in the area: *Sternbergia colchiciflora*, *Margotia gummifera*, *Allium pyrenaicum* or *Epipogium aphyllum*.

Key words: Spermatophyta, Pteridophyta, vascular plants, biogeography, Mediterranean, Atlantic, Alpine

RESUMEN

El territorio navarro cuenta con abundantes datos florísticos y estudios de vegetación realizados en la últimas tres décadas, pero cuya síntesis estaba pendiente de finalizar. Hay que resaltar el número total de táxones presentes en el territorio, 2.965 (2.770 autóctonos), cifra muy relevante si la comparamos con las de las regiones vecinas (3.200 en Aragón y 2.300 en la Comunidad Autónoma Vasca). De estos táxones, 280 corresponden a citas imprecisas o antiguas cuya presencia en el territorio requiere confirmación. Las tres regiones biogeográficas que se reconocen en Navarra, atlántica, mediterránea y alpina albergan un número similar de táxones (1.917, 1.830 y 1.614 respectivamente), y presentan abundantes especies exclusivas (249, 435 y 283) que dan muestra de su singularidad. Tanto en el sector atlántico como en el alpino se encuentra el lími-

1. C.I. Agroforestal. Avda. Villava, 55. E-31015 Pamplona-Iruña, Navarra. mlordalo@educacion.navarra.es
2. Dpto. de Ciencias Medio Natural, Universidad Pública de Navarra. E-31016 Pamplona-Iruña, Navarra
3. Gestión Ambiental, V.R. de Navarra. C/Padre Adoán 219 bajo, E-31015 Pamplona-Iruña, Navarra
4. Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC). Apdo. 64, Jaca, E-22700 Huesca

te de distribución de muchas plantas características de ambos cortejos corológicos (*Abies alba*, *Rhododendron ferrugineum*, *Narcissus poeticus*, *Arctostaphylos alpinus*, *Buglossoides gastonii*, etc.). Destacan por su rareza en el conjunto de la Península: *Ranunculus lingua*, *Erodium manescavii*, *Carex strigosa*, etc., y en algunos casos citadas muy recientemente en el territorio: *Sternbergia colchiciflora*, *Margotia gummifera*, *Allium pyrenaicum* o *Epipogium aphyllum*.

Palabras clave: espermatófitos, pteridófitos, biogeografía, mediterráneo, atlántico, alpino

Introducción

La flora de un territorio puede ser definida como el conjunto de plantas que lo habitan en un determinado momento. Por la imposibilidad de realizar un censo en un periodo de tiempo reducido, muchas floras agrupan las plantas que, de una forma u otra, han sido citadas a lo largo de una historia de prospección botánica que con frecuencia rebasa un siglo. Este periodo dilatado de la “época de estudio” ocasiona no pocas dudas e incertidumbres que son objeto de otras tantas controversias y en muchos casos, dificultan el desarrollo de otros estudios basados en los censos de flora, seguimientos de la diversidad y, en general, en las políticas de gestión del medio natural.

La elaboración de una “lista previa” o “check-list”, que recoge de forma crítica todas las plantas citadas de un territorio siguiendo un determinado criterio taxonómico (o varios), más una referencia a su distribución y abundancia, es el paso previo para la elaboración de un catálogo florístico que liste con detalle los táxones, su hábitat, distribución detallada, abundancia y problemas intrínsecos del propio taxon. Con estos pasos previos es posible abordar la edición de la flora de un territorio, donde se incluye la nomenclatura y clasificación de las plantas que en él se encuentran.

Una “check-list” no resuelve el nivel taxonómico o el nombre más apropiado para cada planta que deberá ser decidido en una fase posterior y de acuerdo a diferentes criterios, ni evalúa en detalle la validez de algunos táxones, ni tampoco define el hábitat ni la distribución precisa de cada planta. Únicamente reúne de forma exhaustiva los táxones citados, revelando el conocimiento de la flora del territorio, equipara su clasificación tomando como referencia una flora más amplia, revisa de forma crítica su presencia actual en el territorio y da una idea general de su distribución y abundancia. Con esta base, entonces, cabe ya conocer las cifras básicas de la diversidad de flora vascular en las distintas partes del territorio, elaborar listas ordenadas de rareza y abundancia, y establecer criterios básicos de gestión en relación con la conservación. Desde el punto de vista botánico, y teniendo en cuenta como objetivo la realización de las dos fases posteriores antes comentadas, la “check-list” sirve para organizar de forma precisa esos trabajos y señala los táxones y grupos taxonómicos que presentan mayor dificultad y que requerirán un esfuerzo añadido.

Material y métodos

La presente síntesis se ha elaborado teniendo como base otros trabajos previos que ya habían recogido las citas existentes de la flora navarra. Todas las decisiones relacionadas con la inclusión de los táxones, la selección y los criterios expuestos en su elaboración, se han adoptado por el método denominado de la “evaluación de experto” tras una revisión de toda la lista o de algunas de sus partes por botánicos con experiencia, además de los autores, en el territorio y en otros circundantes. Se ha tenido en cuenta de forma particular la experiencia acumulada y los criterios aplicados en trabajos de similares características realizados en Aragón, como fase previa a la edición del Atlas digital de la Flora Vascular de ese territorio (www.ipe.csic.es/floragon). En esta línea de trabajo queda abierta la posible participación de otros botánicos que contribuyan a dilucidar aspectos más débiles detectados en la elaboración del trabajo, especialmente en algunos grupos taxonómicos complejos como *Hieracium* y la familia de las orquídeas que han sufrido recientemente grandes cambios taxonómicos.

Hasta la fecha el único documento que recogía la flora vascular de Navarra era el Catálogo Florístico de Navarra (Aizpuru *et al.* 1993), documento inédito que requiere actualización urgente. Se ha elaborado una base de datos con 80.000 registros provenientes de 670 trabajos de distinta índole (catálogos, notas taxonómicas, etc.), y novedades florísticas que aun sin estar publicadas, hemos tenido noticia fidedigna; además, se han considerado más de 40.000 citas de herbario referentes a plantas navarras. En esta revisión se han incluido también las citas existentes para Navarra en los volúmenes publicados y los borradores y manuscritos disponibles de *Flora iberica* (<http://www.rjb.csic.es/floraiberica/>).

La síntesis principal incluye los “táxones aceptados”, y podría servir de base para elaborar la Flora del territorio. En su diseño se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

- a. **Estatus de presencia:** tiene como fin reducir los problemas derivados de la incertidumbre que acompaña a determinadas plantas y agruparlas en categorías que permiten abordar mejor su tratamiento. Las “categorías de certidumbre” se han señalado mediante un código numérico. Así:
 1. Planta con presencia constatada en Navarra, ya sea con pliego de herbario o con cita bibliográfica que no nos ofrece duda.
 2. Planta citada de Navarra antes de 1960, sin citas posteriores.
 3. Planta dudosa que requiere comprobación. Existen dudas sobre su localización en el territorio o incluso sobre su propia identidad taxonómica.
 4. Planta que está cerca de Navarra y cuya presencia se estima probable.
 5. Planta citada de Navarra, posiblemente errónea.

La flora en sentido estricto, debería reducirse a las plantas del apartado 1, que se limita a aquéllas cuya presencia actual no plantea ninguna duda.

Las agrupadas en las otras categorías deben ser objeto de atención en las prospecciones y estudios florísticos para aclarar la incertidumbre que les rodea. Las plantas del apartado 2 tienen un especial interés para la conservación, al ser plantas citadas antiguamente y que han podido desaparecer.

El apartado 3 lista las plantas con citas imprecisas o con problemas de determinación taxonómica, que ha dado lugar a confusión con táxones próximos. Algunos de los táxones correspondientes a géneros apomícticos o con alguna característica que hace compleja su determinación (*Alchemilla*, *Hieracium*, *Rosa*, *Limonium*, *Armeria*) podrían haber sido integrados en esta lista, pero se ha optado por recoger la totalidad de los citados para Navarra en las recientes monografías de *Flora ibérica*. La validación de estos táxones sobre materiales de herbario, requiere en muchas ocasiones el concurso de especialistas en esos géneros.

El apartado 4 agrupa las plantas que viven muy cerca del territorio pero cuya presencia en el mismo no se ha constatado fehacientemente, aunque su presencia parece probable.

- b. **Criterio taxonómico:** se ha tomado como base la obra *Flora Europaea* de Tutin et al. (1968-1996), por ser la única obra de carácter general completa que engloba al territorio, a excepción de las *Claves Ilustradas de la Flora del País Vasco* (Aizpuru et al., eds., 1999), donde se sigue también dicho criterio, y que adoptamos en algunos casos. En los grupos taxonómicos, géneros principalmente, donde hemos considerado que el criterio de *Flora ibérica* (Castroviejo et al., eds., 1986-2009) era nítidamente aceptable, hemos seguido dicha recomendación taxonómica. Hemos anotado los principales sinónimos de los táxones que ayudan en algunas dudas relacionadas con la presencia de determinados táxones.
- c. **Origen:** pone en evidencia si cada una de las plantas es *autóctona* o *alóctona* y, en este caso, según estas categorías: *casual* (alóctona que puede florecer y fructificar ocasionalmente en ambientes silvestres, pero que no forma poblaciones estables por lo observado hasta la fecha); *naturalizada* (alóctona, que puede florecer y fructificar en ambientes silvestres y formar poblaciones silvestres); *cultivada* (alóctona más o menos ampliamente presente en cultivos pero que nunca o rara vez se encuentra en condiciones silvestres o sólo aparece de forma adventicia y cerca de los lugares de cultivo). Este último grupo no se ha recogido de forma exhaustiva, ya que el incremento de actividades relacionadas con la jardinería, los cambios en la agricultura y la abundancia de obras privadas y públicas, con movimientos de tierra de gran envergadura, ocasionan cambios constantes en este grupo.

- d. La **distribución** queda representada en función de las tres regiones biogeográficas (Loidi & Báscones 2006) en que puede ser integrado el territorio: *alpina*, *atlántica* y *mediterránea* (fig. 3); y la **abundancia** se estima para cada región biogeográfica siguiendo un esquema ampliamente utilizado en este tipo de listados: *muy común*, *común*, *frecuente*, *escasa*, *rara* y *muy rara*.
- e. La **catalogación y protección** indica si la planta se encuentra incluida en alguno de los listados o catálogos siguientes: *Catálogo de Flora Amenazada de Navarra*, *Catálogo Nacional de Especies Amenazadas*, *Convenio de Berna*, *Directiva de Hábitats*, *Atlas de la Flora Amenazada* (criterios UICN-AFA). También se tiene en consideración la asignación de “*plantas prioritarias*” según Lorda *et al.* (2009).
- f. Se incluyen también **observaciones poblacionales y taxonómicas** que recogen los comentarios sobre estos aspectos para algunas especies.

En otro orden de cosas también se han considerado y anotado los **táxones rechazados**, que constituyen un listado de plantas cuya cita en el territorio consideramos descartable, ya sea porque el binomen latino no ha podido ser claramente identificado, o porque su localización en el territorio resulta improbable considerando el área de distribución conocida de la planta. La experiencia nos dice que algunas de estas plantas pueden llegar a confirmarse como propias de Navarra. Los **táxones híbridos**, 85, no constituyen una lista exhaustiva, pero se recogen asimismo en el trabajo.

Resultados y discusión

Tras el análisis de los datos de acuerdo a los criterios anteriormente citados, podemos extraer los siguientes resultados:

- a. **Datos totales:** expuestos en la tabla 1; destacan las siguientes particularidades:)
- Entre las plantas citadas de Navarra antes de 1960 y no constatadas posteriormente destacamos: *Campanula latifolia*, *Hypericum caprifolium*, *Thymus mastigophorus*, *Medicago murex*, *Trifolium aureum*, etc.
 - Plantas dudosas que requieren comprobación, entre otras, son: *Myosotis personii*, *Rochelia disperma*, *Gypsophila tomentosa*, *Rorippa islandica*, *Equisetum sylvaticum* o *Gentiana cruciata*.
 - Plantas cercanas a Navarra y probables: *Cerinth glabra*, *Dianthus geminiflorus*, *Lychnis alpina*, *Silybum eburneum*, *Geranium endressii*, *Juncus alpino-articulatus*, etc.
 - Plantas con cita errónea: *Cynoglossus germanicum*, *Carex vesicaria*, *Avenula gonzaloi*, *Romulea ramiflora*, *Anthericum ramosum*, *Allium schmitzii*, etc.

TABLA 1. Datos sintéticos de la flora de Navarra

	1 ¹	2	3	4	5	Total
Total táxones autóctonos	2.502	48	141	52	29	2.772
Total táxones alóctonos	180	4	9	0	0	193
Total táxones	2.682	52	150	52	29	2.965

1. 1: Táxones con presencia constatada en Navarra; 2: Táxones citados antes de 1960 sin citas posteriores; 3: Táxones dudosos que requieren comprobación; 4: Táxones próximos al territorio; 5: Táxones citados y posiblemente erróneos.

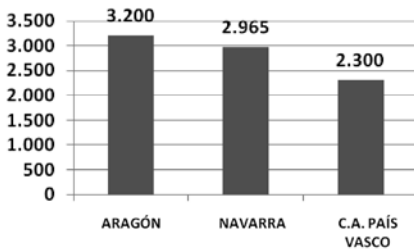


FIGURA 1. Comparación de la riqueza florística entre comunidades autónomas vecinas.

En relación a las Comunidades Autónomas vecinas, comparativamente, podemos destacar la riqueza en plantas vasculares (fig. 1). Esta riqueza es consecuencia de la propia situación de Navarra en el contexto peninsular, a caballo entre distintos dominios climáticos (atlántico, alpino y mediterráneo), la variada geología y litología y su acusado gradiente altitudinal (18 m en Endarlatsa-2.433 m en la Mesa de los Tres Reyes), al que cabe añadir los procesos derivados del devenir histórico.

b. Según el **origen del taxon**, las plantas mayoritariamente son autóctonas (93,40%; fig. 2). Las plantas alóctonas suponen un 6,60%, repartidas en casuales (2,02%), naturalizadas (4,25%) y cultivadas (0,30%), éstas infrarrepresentadas por los motivos anteriormente señalados.

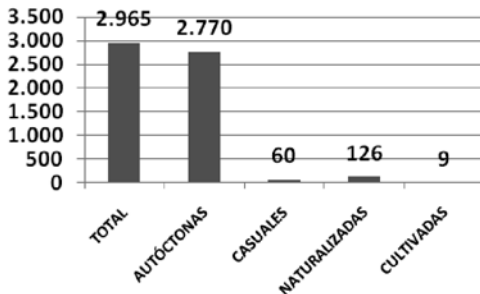


FIGURA 2. Número de táxones según su estatus de naturalidad.



FIGURA 3. Regiones biogeográficas de Navarra.

TABLA 2. Distribución de los táxones por regiones biogeográficas

	Alpina	Atlántica	Mediterránea
Total táxones	1.614	1.917	1.830
Táxones exclusivos	283	249	435
Táxones muy raros	604	506	493

c. Por **regiones biogeográficas** (fig. 3) la riqueza de la flora resulta muy equitativamente distribuida (tabla 2). Destacan, entre otros, por regiones los siguientes táxones:

- Región Biogeográfica Alpina: muchas plantas en límite de área, con distinto grado de endemismo en algunos casos: *Lathyrus vivantii*, *Buglossoides gastonii*, *Arctostaphylos alpinus*, *Rhododendron ferrugineum*, *Abies alba*, *Thalictrum macrocarpum*, *Ramonda myconi*, *Narcissus bicolor*, *Campanula speciosa*, *Cirsium glabrum*, etc.
- Región Biogeográfica Atlántica: *Soldanella villosa*, *Woodwardia radicans*, *Lithodora prostrata*, *Cochlearia aragonensis* subsp. *navarrana*, *Dorycnium carpetanum*, *Drosera rotundifolia*, etc.
- Región Biogeográfica Mediterránea: *Moricandia moricandioides* subsp. *cavanillesiana*, *Thymus loscosii*, *Medicago secundiflora*, *Narcissus dubius*, *Cistus clusii*, *Lepidium subulatum*, *Juniperus thurifera*, *Imperata cylindrica*, *Romulea columnae*, etc.

- d. **Táxones destacados:** en función de ser plantas en límite de área, formar parte de listados de flora protegida, quedar asignadas como “plantas prioritarias” (Lorda et al. 2009), ser plantas muy raras, raras o escasas, estar asociadas a hábitats vulnerables o ser plantas endémicas: *Ranunculus lingua*, *Erodium manescavii*, *Sternbergia colchiciflora*, *Allium pyrenaicum*, *Circaea alpina* subsp. *alpina*, *Epipogonum aphyllum*, *Arnica montana*, *Cardamine resedifolia*, *Carpinus betulus*, *Daphne cneorum*, *Draba dedeana*, *Empetrum nigrum* subsp. *hermaphroditum*, *Gentiana acaulis*, *Juncus trifidus*, *Lathyrus bauhinii*, *Margotia gummifera*, *Menyanthes trifoliata*, *Oxytropis foucaudii*, *Pinguicula alpina*, *Prunus padus*, *Triglochin palustris*, etc.

Bibliografía

- AIZPURU, I., ASEGINOLAZA, C., CATALÁN, P. & URIBE-ECHEBARRÍA, P. M. 1993. *Catálogo florístico de Navarra*. Informe técnico. Dpto. Medio Ambiente, Gobierno de Navarra, Pamplona.
- AIZPURU, I., ASEGINOLAZA, C., URIBE-ECHEBARRÍA, P. M., URRUTIA, P. & ZORRAKIN, I. 1999. *Claves ilustradas de la Flora del País Vasco y Territorios Limítrofes*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz.
- BAÑARES Á., BLANCA, G., GÜEMES, J., MORENO, J. C. & ORTIZ, S. 2003. *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. Táxones prioritarios*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- BAÑARES Á., BLANCA, G., GÜEMES, J., MORENO, J. C. & ORTIZ, S. (eds.) 2006. *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. Adenda 2006*. Dirección General para la Biodiversidad-Sociedad Española de Biología de Conservación de Plantas, Madrid.
- BAÑARES Á., BLANCA, G., GÜEMES, J., MORENO, J. C. & ORTIZ, S. (eds.) 2009. *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. Adenda 2008*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y de Medio Rural y Marino)-Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas, Madrid.
- BOE 1990. *Real Decreto 439/1990, de 30 de marzo, regulador del Catálogo Nacional de Especies Amenazadas*. Núm. 82, de 5/03/1990. Madrid.
- BON 1997. *Decreto Foral 94/1997, de 7 de abril, de creación del Catálogo de la Flora Amenazada de Navarra y adopción de medidas para la conservación de la flora silvestre catalogada*. Gobierno de Navarra.
- CASTROVIEJO, J. & Col. (eds.) 1986-2009. *Flora Iberica*. Vol. I-VIII, X, XI, XIII, XIV, XV, XVIII, XXI. Real Jardín Botánico, Madrid.
- DOCE 1982. *Convenio relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural de Europa*. N^oL 038 de 10/02/1982. Comisión Europea.
- DOCE 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*. N^oL 206 de 22/07/1992. Comisión Europea.
- LOIDI, J. & BASCONES, J. C. 2006. *Memoria del Mapa de Series de Vegetación de Navarra*. E 1:200.000. Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda. Gobierno de Navarra, Pamplona.
- LORDA, M., BERASTEGI, A., GIL, T. & PERALTA, J. 2009. Criterios para la priorización de la flora amenazada en Navarra. Nuevas perspectivas para la gestión. In: Llamas, F. & Acedo, C. (eds.) 2009. *Botánica Pirenaico-Cantábrica en el siglo XXI*. Área de Publicaciones, Universidad de León, León.
- MORENO, J.C., coord. 2008. *Lista Roja 2008 de la flora vascular española*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, y Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas), Madrid.
- TUTIN, T.G., HEYWOOD, V.H., BURGESS, N.A., MOORE, D.M., VALENTINE, D.H., WALTERS, S.M. & WEBB, D.A. (eds.) 1968-1996. *Flora Europaea*. Cambridge University Press, Cambridge.

Produire des semences pyrénéennes, conserver leur diversité génétique et assurer leur traçabilité : un triple défi pour la restauration écologique en Pyrénées françaises

Sandra Malaval¹

.....

ABSTRACT

Producing Pyrenean seeds while conserving their genetic diversity and ensuring their traceability : a three-fold challenge for ecological restoration in the French Pyrenees

Until now there was in the French Pyrenees no native seed mixture for land reclamation. The Pyrenean National Botanical Conservatory along with its local partners will soon produce and make available native seed mixtures for the ecological restoration of alpine and subalpine ecosystems on the French side of the Pyrenees. Seed multiplication will at first apply to a group of 10 herbaceous species. Based upon a best practice code, the production and use of these mixtures will aim at ensuring the technical quality of ecological restoration as well as at preserving the Pyrenean flora. These native seeds will be made available under a collective trademark, ensuring a common ethic between producers and users. The strict traceability of the seed lots at each step (collection, multiplication, sale, use) will guarantee the quality of this trademark. To facilitate this traceability, a web interface will be available to both producers and users.

Key words: land reclamation, native seeds, conservation, land planning

RÉSUMÉ

Sur le territoire pyrénéen français, il n'existait pas jusqu'à présent de mélanges de semences d'origine pyrénéenne pour les opérations de revégétalisation après travaux. La démarche initiée par le Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, en collaboration avec les acteurs du territoire, assurera prochainement la production et la diffusion de semences locales pour la restauration écologique des écosystèmes alpin et subalpin, sur le versant français des Pyrénées. Au départ, la démarche concernera 10 espèces d'herbacées de la partie centro-occidentale des Pyrénées. Basées sur l'élaboration partagée d'un code de bonnes pratiques, la production et l'utilisation des semences se feront dans le double objectif d'améliorer la qualité technique des revégétalisations et de participer à la conservation de la flore pyrénéenne. Ces semences locales, bénéficieront d'une marque collective déposée, regroupant autour d'une même éthique un ensemble de producteurs et d'utilisateurs, soucieux de conserver la flore pyrénéenne dans sa diversité. La garantie de la qualité de cette démarche est également traduite par une

1. Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, Syndicat mixte, Conservatoire botanique pyrénéen. Vallon de Salut BP 315, F-65203 Bagnères de Bigorre. sandra.malaval@cbnmpm.fr

traçabilité rigoureuse, suivie au travers d'une interface Internet de gestion des lots de semences à chaque étape (collecte en milieu naturel, multiplication, vente, utilisation).

Mots clés : revégétalisation, semences locales, conservation, aménagement

Introduction

Depuis plus de 10 ans, le Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées accompagne les acteurs de la revégétalisation dans les Pyrénées, afin d'agir pour la conservation de la flore. Ces opérations de revégétalisation, qui concernent chaque année sur le versant français des Pyrénées 100 à 150 ha, font suite à des aménagements et terrassements qui mettent à nu le sol et décapent la terre végétale. La revégétalisation est alors traditionnellement effectuée en utilisant des mélanges de semences commerciaux, non locaux et non adaptés aux conditions écologiques de l'altitude. Le but est d'intégrer l'aménagement au paysage, et de lutter contre l'érosion par la présence d'une couverture végétale sur plus de 70% du sol. Afin de garantir une conservation de la flore pyrénéenne, le Conservatoire appuie les démarches visant à la production et l'utilisation de semences d'origine locale pour ces opérations. Dès 2003, il a envisagé une filière de production pyrénéenne pour ces semences. Aujourd'hui, grâce à ses nombreux partenaires dans ce domaine, le Conservatoire dépose une marque collective pour la production et l'utilisation de mélanges de semences pyrénéennes de revégétalisation d'altitude.

De l'intérêt des semences locales pour la revégétalisation

Les origines des semences utilisées en revégétalisation sont diverses, depuis la Nouvelle-Zélande ou l'Uruguay jusqu'aux Etats-Unis et l'Europe de l'Est. Les plantes issues de ces semences possèdent un cycle de développement inadapté à la courte période de végétation des étages alpin et subalpin. Leurs besoins nutritifs sont importants, et les ressources des sols de montagne insuffisantes pour leur croissance. Le semis a alors lieu avec une forte fertilisation,; jusqu'à 1500 kg de fertilisant par hectare ! Ces semis sont donc peu durables dans le temps, et l'introduction massive de fertilisants retarde le retour des plantes locales sur le site semé (Frain *et al.* 1986). De plus, en altitude, l'utilisation de semences locales de montagne conduit à des couverts végétaux à plus haute valeur écologique que des semis avec des mélanges commerciaux (Krautzer & Bohner 2002).

L'introduction massive de semences allochtones (environ 3 tonnes par an dans les Pyrénées françaises) induit un risque pour la flore locale, à plusieurs niveaux : compétition mais aussi hybridation, voire introgression (Rhymer & Simberloff 1996, Lumaret 1999, Keller *et al.* 2000).

Depuis leur meilleure adaptation aux conditions locales, jusqu'à leur valeur en terme de conservation de la flore et de la biodiversité, les arguments en faveur des semences locales ne manquent pas et celles-ci ont rapidement été attendues par les acteurs de la revégétalisation en Pyrénées, grâce au travail d'information et d'expérimentation du Conservatoire botanique.

Un groupe de travail à la source du projet

Après avoir mené des expérimentations en domaine skiable, puis des essais de multiplication de semences locales (notamment au travers des programmes *Ecovars*), le Conservatoire botanique a identifié les espèces les plus intéressantes en revégétalisation pour les Pyrénées, dans le cadre d'une mise en production. En partenariat avec l'Université de Pau et des Pays de l'Adour, le Conservatoire a analysé la structuration de la diversité génétique de ces plantes dans les Pyrénées. Deux zones de 'récolte-utilisation' ont été définies sur la chaîne pyrénéenne (Malaval *et al.* 2010). Ces deux zones constituent deux origines différentes pour les plantes pyrénéennes et ces origines devront rester séparées lors de la multiplication et l'utilisation des semences (zone orientale et zone centro-occidentale des Pyrénées, la limite entre les deux origines étant située au niveau de la vallée du Salat, en Ariège).

Grâce à un travail sur plus d'une année, un groupe de professionnels rassemblés par le Conservatoire a défini 'les meilleures pratiques de revégétalisation en Pyrénées' (Malaval 2008). Ces pratiques, rassemblées sous forme d'un guide diffusé en 2009, sont garantes d'une meilleure prise en compte de l'environnement et d'une plus grande efficacité des opérations de revégétalisation en altitude. Pour finaliser cette approche et aller vers des opérations de restauration écologique durables, le Conservatoire et ses partenaires ont décidé de travailler à la mise en place d'une production de semences locales à large échelle.

Les futurs utilisateurs de ces semences locales et les organismes financeurs des programmes *Ecovars* ont joué un rôle moteur dans la mise en place effective de cette production, en participant à un nouveau groupe de travail mis en place fin 2009.

Un cahier des charges pour les semences pyrénéennes

Le groupe de travail a défini un cahier des charges transcrivant toutes ses attentes vis-à-vis des semences pyrénéennes pour la revégétalisation d'altitude. Ces attentes ont porté sur les étapes de la collecte en milieu naturel des semences mères, leur multiplication, leur diffusion, leur utilisation, leur qualité et leur traçabilité. Afin de garantir le suivi de ce cahier des charges par les acteurs de la production des semences, mais aussi de permettre le regroupement de professionnels partageant cette même éthique, il a été convenu de déposer une

marque collective pour ces semences. La marque collective est destinée à être utilisée par des personnes indépendantes les unes des autres. Elles respectent un règlement d'usage établi par le propriétaire de la marque qui est fourni au moment du dépôt. Le groupe de travail a positionné le Conservatoire comme déposant (ou propriétaire) de cette marque. Une consultation des acteurs de la revégétalisation a permis de donner un nom à cette marque : *Pyrégraine de nèou*. Les utilisateurs de cette marque sont dénommés 'les bénéficiaires'. L'objet de cette marque est :

- de promouvoir de bonnes pratiques dans la collecte, la multiplication, la commercialisation et l'utilisation de plantes et semences pyrénéennes ;
- d'assurer la conservation de la flore pyrénéenne vis-à-vis des opérations de restauration de milieux aux étages subalpin et alpin ;
- de promouvoir une approche responsable et durable, ainsi qu'une adhésion à la conservation des ressources floristiques, pour tous les opérateurs impliqués dans la diffusion ou l'utilisation de la flore pyrénéenne ;
- d'aider les utilisateurs de plantes et semences à faire les bons choix en matière de végétaux pour leurs projets ;
- de regrouper autour d'une même éthique un ensemble de producteurs et d'utilisateurs soucieux de conserver la flore pyrénéenne dans sa diversité.

Autour du Conservatoire, tous les bénéficiaires de la marque, s'engagent à respecter son cahier des charges. Celui-ci porte principalement sur 5 thématiques, résumées ici :

1. La collecte des semences de base

- Les opérations de collecte sur des populations naturelles ne sont réalisées que sur des plantes largement répandues et localement abondantes. Les bénéficiaires s'engagent à laisser au moins 30% des pieds-mères intacts lors des opérations de collecte. Cette mesure permet de conserver les capacités de régénération de la population.
- Les zones de collecte des semences et plantes sont situées dans le massif pyrénéen français, à plus de 1000 m d'altitude, et dans des conditions ne permettant pas l'hybridation avec les espèces commerciales semées.
- Les bénéficiaires s'engagent à garder différenciés les lots issus des Pyrénées orientales et ceux des Pyrénées centro-occidentales lors de la collecte (zones de récolte-utilisation).
- Dans chacune des zones de récolte-utilisation, et pour chaque espèce collectée, les bénéficiaires s'engagent à réaliser des collectes au minimum sur 3 populations appartenant à 3 bassins versants (ou sous-bassins) distincts et si possible différents par leurs conditions écologiques (habitat ou pente, exposition...), pour maximiser la diversité génétique des lots

de semences et leur capacité d'adaptation aux différents milieux semés. Dans chaque population, les bénéficiaires collectent des graines en des points distants de la population.

- Chaque bénéficiaire définit les périodes de collecte en fonction de la maturation des graines.

2. La multiplication des semences en champ

- Les bénéficiaires effectuant de la multiplication sont tenus de produire des semences issues d'une unique zone (soit orientale soit centro-occidentale) ou de séparer géographiquement les parcelles des deux origines de production avec des distances ne permettant pas la pollinisation croisée (1 km à vol d'oiseau).
- Pour des multiplications de semences d'une même zone de récolte-utilisation, les parcelles sont isolées entre elles uniquement pour les espèces ayant tendance naturellement à l'hybridation (fétuques endémiques notamment).
- Les parcelles de production sont situées dans un périmètre géographique inclus dans la zone de « Massif pyrénéen » (au sens de la loi relative au développement et à la protection de la montagne, dite « loi montagne », du 9 janvier 1985 : partie montagne des départements 64, 65, 31, 09, 11, 66, précisée par le décret 2004-69 du 16 janvier 2004 relatif à la délimitation des massifs), ou dans un périmètre géographique proche, si les conditions de multiplication et les agriculteurs compétents pour ce type d'activité ne sont pas identifiés à l'intérieur de la zone « Massif ».
- Les méthodes employées doivent viser à limiter l'emploi de produits phytosanitaires dans la conduite culturale et à limiter la sélection sur les populations multipliées.
- La multiplication se limite à 4 cycles successifs maximums pour limiter toute sélection et éviter une dérive génétique.

3. La traçabilité des lots de semences

- Les bénéficiaires s'engagent à assurer la traçabilité des lots de semences et plantes au travers d'un étiquetage rigoureux à chaque étape de la collecte, multiplication ou commercialisation, sur tous les supports de stockage, de multiplication (notamment les parcelles de culture) et durant toutes les opérations de séchage, tri ou de transport des semences ou des plantes.
- Ils s'engagent à intégrer au fur et à mesure des opérations, toutes les informations relatives à ses lots de flore pyrénéenne (site de collecte, zones de récolte-utilisation, dates de collecte...) dans une base de données mise à disposition en ligne et gérée par le Conservatoire botanique.

- Un numéro de lot est attribué automatiquement à la première saisie d'informations relative à une nouvelle collecte dans la base de données. Un nouveau numéro de lot est attribué en cas de mélange de plusieurs lots. Le bénéficiaire peut mélanger des lots d'une même espèce, issus d'une même année de collecte, d'une même zone de collecte-utilisation, mais de sites de collecte différents.
4. Le contrôle et la garantie de qualité des lots à la vente
- L'inspection des cultures est réalisée par le Conservatoire botanique sur chacune des parcelles de multiplication, à l'automne suivant l'installation des plants ou le semis, ou au printemps de l'année suivante, à l'époque de la montaison ou de la floraison. Il s'agit d'établir un contrôle de l'identité de l'espèce en culture.
 - Les analyses de qualité sont réalisées sur l'ensemble des lots qui sont destinés à la commercialisation, par le Conservatoire botanique. Après l'opération de tri, le bénéficiaire transmet au Conservatoire botanique un échantillon de chaque lot de semences destiné à la vente, correctement étiqueté, pour analyse.
 - L'analyse de pureté spécifique permet de définir le pourcentage de graines de l'espèce considérée dans le lot de semences issu de l'échantillonnage réalisé selon les règles énoncées ci-dessus. Pour certaines espèces, la réglementation impose des taux minimums de pureté spécifique qui sont à respecter. Pour l'ensemble des autres espèces produites, le seuil minimum de pureté requis est de 94%, pour être commercialisées par le bénéficiaire. Toutefois, les lots présentant une pureté spécifique moindre (comprise entre 50 et 70% ou entre 70 et 94%) peuvent également être vendus, après accord du Conservatoire botanique.
 - La faculté germinative représente le pourcentage de graines qui germent en conditions optimales dans un temps donné. Elle est déterminée pour chaque lot de semences dans un laboratoire, sur un nombre constant de graines. Pour certaines espèces, la réglementation impose des taux minimaux de germination qui sont à respecter. Pour les autres espèces, étant donné le caractère non domestiqué des semences de la marque, il n'y a pas de seuil minimum en matière de taux de germination, le taux obtenu devra être précisé lors de la vente.
5. La vente et l'utilisation des lots de semences
- Les semences et végétaux collectés sont la propriété des collecteurs, dans la mesure où un accord a été obtenu avec les propriétaires et gestionnaires des sites de collecte pour effectuer ces opérations. Les lots de semences et plantes issues d'une production sont la propriété des producteurs.

- L'information sur la région d'origine et de multiplication du matériel végétal doit être fournie clairement aux acheteurs et utilisateurs afin de leur permettre de reconnaître les plantes ou semences qui sont d'origine pyrénéenne ou multipliées dans les Pyrénées, et d'identifier la zone (orientale ou centro-occidentale) d'origine et de multiplication.

L'état actuel de la production

Dix espèces sont depuis 2009 en production sur une pépinière établie par l'association Estivade d'Aspe Pyrénées, à Agnos (Pyrénées-Atlantiques). A partir de lots de semences collectés dans le milieu naturel par le Conservatoire botanique, l'association d'insertion Estivade a mis en place des parcelles de production sur une surface totale de 8000 m². Les semences issues de cette pépinière constitueront les premiers lots de semences de la marque *Pyrégraine de nèou*, disponibles sur le marché dès 2011 pour une production à plus large échelle. Certaines de ces espèces pourront faire partie de mélanges de semences pour revégétaliser des zones calcaires, d'autres espèces seront utilisées en zones plus acides (voir tableau 1). Toutes les semences de base de ces espèces ont été collectées en Hautes-Pyrénées et Pyrénées-Atlantiques et seront utilisables pour la revégétalisation en zone centro-occidentale des Pyrénées.

TABLEAU 1. Liste des espèces en multiplication en 2010 pour la marque *Pyrégraine de nèou*, avec quelques caractéristiques

Espèce	Nom commun	Famille	Roche mère calcaire	Roche mère siliceuse
<i>Festuca nigrescens</i>	Fétuque noirâtre	Poacées	+	+
<i>Festuca cagiriensis</i>	Fétuque du Mont-Cagire	Poacées	+	-
<i>Deschampsia flexuosa</i>	Canche flexueuse	Poacées	(+)	+
<i>Cynosurus cristatus</i>	Crételle	Poacées	-	+
<i>Briza media</i>	Brize intermédiaire	Poacées	+	+
<i>Helictotrichon sedenense</i>	Avoine des montagnes	Poacées	+	(-)
<i>Anthyllis vulneraria</i> ssp. <i>boscii</i>	Anthyllide des Pyrénées	Fabacées	+	(-)
<i>Plantago lanceolata</i>	Plantain lancéolé	Plantaginacées	-	+
<i>Achillea millefolium</i>	Achillée millefeuille	Astéracées	+	+
<i>Carduus carlinoides</i>	Chardon fausse carline	Astéracées	+	+

Conclusion

Le lancement de cette marque collective *Pyrégraine de nèou* est une étape décisive pour les aménageurs en Pyrénées, pour la conservation de la flore et pour la revégétalisation. Il ouvre la possibilité aux aménageurs de réaliser

des opérations de restauration écologique après les aménagements en montagne pyrénéenne. En ancrant la production localement, cette démarche permet d'associer un projet de développement du territoire à des enjeux de conservation de la biodiversité pyrénéenne. La participation de nombreux acteurs de la revégétalisation aux groupes de travail ayant conduit à la création de cette marque assure son devenir. L'implication des futurs utilisateurs est déjà très importante et leur regroupement autour de cette marque collective représente un signe de longévité pour cette production à haute valeur écologique.

Bibliographie

- FRAIN, M., LOISEAU, P. & MERLE, G. 1986. Dix années d'observations sur le reverdissement d'une piste de ski dans le Massif-Central. *Razen Turf-Gazon* 1: 15-23.
- KELLER, M., KOLLMANN, J. & EDWARDS, P. J. 2000. Genetic introgression from distant provenances reduces fitness in local weed populations. *Journal of Applied Ecology* 37: 647-659.
- KRAUTZER, B. & BOHNER, A. 2002. Restoration of high altitude grassland with indigenous seed mixtures. In: DURAND, J.L., EMILE, J.C., HUYGHE, C. & LEMAIRE, G. (eds.) *Multi-function grasslands, quality forages, animal products and landscape*. Proceedings of the 14th symposium of the European Grassland Federation: 380-381. May 27-30, La Rochelle, France.
- LUMARET, R. 1999. Exemples de problèmes génétiques liés à l'introduction d'espèces non locales. In: Association Française des Ingénieurs écologues. (ed.) *L'approvisionnement en espèces végétales locales dans les aménagements: Quel(s) enjeu(x) pour la diversité végétale ?* : 53-56. Journée technique de l'Association Française des Ingénieurs Ecologues, Versailles, FR.
- MALAVAL, S.(coord.) 2008. *Un guide pour de meilleures pratiques de revégétalisation dans les Pyrénées*. Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. Bagnères-de-Bigorre.
- MALAVAL, S., LAUGA B., REGNAULT-ROGER C. & LARGIER, G. 2010. Combined definition of seed transfer guidelines for ecological restoration in the French Pyrenees. *Applied Vegetation Science* 13: 113-124.
- RHYMER, J.M. & SIMBERLOFF, D. 1996. Extinction by hybridization and introgression. *Annual Review of Ecology and Systematics* 27: 83-109.

Estudi i inventari de les molleres d'Andorra

Anna Moles^{1*} & Ferran Moli¹

ABSTRACT

Study and inventory of Andorra's wetlands

The Environmental Department of the Government of Andorra has done several studies of identification and characterization of the Andorra's wetlands in order to establish a correct management and with the aim of improving the preservation of these ecosystems. The inventory of wetlands (2002-2006) was developed to elaborate a precise database and to determine the exact geographical location. The diagnosis and classification of wetlands (2007-2009) was done to identify the priority ones in terms of conservation. Geographical Information Systems were used to manage the results of this classification.

Key words: fens, flora, red list, check-list, Pyrenees

RESUM

El Departament de Medi Ambient del Govern d'Andorra ha realitzat diversos estudis d'identificació i caracterització de les molleres d'Andorra amb la finalitat d'establir una gestió correcta i amb l'objectiu de millorar la preservació d'aquests ecosistemes. L'inventari de les molleres (2002-2006) va ser desenvolupat per a obtenir una base de dades i determinar la ubicació geogràfica exacta de les zones humides. La diagnosi i classificació d'aquestes zones (2007-2009) es va dur a terme per identificar les prioritats en termes de conservació. Els resultats d'aquesta classificació es gestionen en Sistemes d'Informació Geogràfica.

Mots clau: zones humides, flora, llista vermella, *check-list*, Pirineus

Introducció

Per disposar de les eines necessàries per dur a terme una correcta gestió i preservació de les molleres, el Departament de Medi Ambient del Govern d'Andorra ha realitzat diferents estudis per inventariar i classificar les zones humides del Principat d'Andorra. Des de l'any 2002 i fins al 2006, va realitzar

1. Departament de Medi Ambient, Govern d'Andorra. Prat de la Creu 62-64, AD500 Andorra la Vella
*Anna_moles@govern.ad

l'estudi i inventari de les molleres d'Andorra (Riba 2007), amb l'objectiu de conèixer i valorar la distribució, estructura i dinàmica de funcionament d'aquests ecosistemes, i disposar d'una base de dades i d'una cartografia informatitzada integrada al Sistema d'informació Geogràfica del Departament de Medi Ambient. Aquests treballs es van executar per l'empresa Silvagrina S.L., sota la direcció científica de Jean-Jacques Lazare, botànic i especialista en molleres de la Universitat de Bordeaux (França).

En finalitzar l'estudi, l'any 2007 el Ministeri de Turisme i Medi Ambient va encarregar l'estudi per a la identificació i classificació de les zones humides andorranes prioritàries per a la conservació (Martin 2007), amb l'objectiu d'establir una jerarquització de les molleres d'Andorra segons el grau d'interès, pel que fa a biodiversitat i a funcionalitat hidrològica.

Material i mètodes

ESTUDI I INVENTARI DE LES MOLLERES D'ANDORRA

Els treballs per a l'estudi i inventari de les molleres d'Andorra es va dur a terme en cinc anys sobre tota la superfície del principat, i tant en els terrenys de domini públic com privat. Per planificar els treballs, es va procurar tenir prèviament una aproximació del nombre de molleres a inventariar. Així doncs, el Departament de Medi Ambient va encarregar el 2002 una cartografia de les zones de molleres per fotointerpretació a l'empresa Biocom S.L., la qual fou completada posteriorment per Miquel Campos (Vertex Natura) el 2003. A continuació, el territori d'Andorra es va dividir en sectors de mida semblant al sector de la Vall d'Íncles on es van fer les primeres prospeccions l'any 2000 en que es va dissenyar la metodologia de treball (Julve 2001). Cada any es van inventariar d'un a varis sectors durant els mesos de juny, juliol i agost, en funció de la seva extensió i de la quantitat de zones humides que podien contenir.

Per caracteritzar les zones humides inventariades, es va crear una fitxa de treball de camp per tal de recopilar les següents dades:

- Localització, nom de la zona, superfície, altitud i coordenades Lambert III.
- Tipus d'alimentació en aigua i tipus de torbera.
- Inventari dels hàbitats presents (segons la tipologia CORINE).
- Espècies de flora per hàbitats (inventaris segons la metodologia de Braun-Blanquet).
- Espècies de la fauna observades (inventari no exhaustiu).
- Factors que influeixen en l'evolució de la zona (diagnosi de l'estat de conservació i riscos d'impactes ambientals).

IDENTIFICACIÓ I CLASSIFICACIÓ DE LES MOLLERES D'ANDORRA

A continuació, la identificació i classificació de les zones humides prioritàries per la conservació es va fer a partir de l'aplicació de diversos criteris científics que avaluen el patrimoni (quantificar la contribució de cada zona a la biodiversitat) i el funcionalisme (determinar les funcions hidrològiques d'aquests medis) de les zones humides. Aquests paràmetres descriptors, van ser escollits en base a la bibliografia existent i a les dades de l'anterior estudi (estudi i inventari de les mollereres d'Andorra).

Avaluació de l'interès florístic. Per l'avaluació de l'interès florístic i patrimonial de les mollereres es van seleccionar els següents criteris indicadors:

a. Riquesa biològica:

- Riquesa en hàbitats: nombre total d'hàbitats inventariats a la mollera (segons la tipologia CORINE).
- Riquesa específica florística: nombre total d'espècies vegetals inventariades als diferents hàbitats que constitueixen la mollera.

b. Raresa, vulnerabilitat i interès patrimonial:

- Nombre d'hàbitats inventariats a la mollera i que fan part de la llista dels hàbitats naturals més valuosos i amenaçats d'Europa, establerta per la Directiva Hàbitats (Directiva 92/43/CEE, Annex I), o de la llista dels hàbitats determinants per al Pirineu, realitzada per la "Direction Régionale de l'Environnement (DIREN) Midi-Pyrénées".
- Nombre d'espècies vegetals inventariades i que fan part de la Llista vermella de la flora d'Andorra (Carrillo *et al.* 2008) o que estan en una llista elaborada durant l'Inventari de les Mollereres d'Andorra, de tàxons que caldria incloure en la llista vermella (Lazare 2005, Lazare *et al.* 2005, Riba 2005, Lazare & Riba 2010).

c. Contribució d'una zona a la biodiversitat local:

Per calcular aquest indicador es va calcular la contribució d'una zona a la biodiversitat local en hàbitats (CB_h) i en espècies (CB_e) (Thomas 1999). Dins de cada mollera, es va atribuir a cada hàbitat i espècie un coeficient de raresa (C_h i C_e), que equival a la inversa de la freqüència amb la qual aquest hàbitat o espècie van ser inventariats a les mollereres d'Andorra. Els indicadors equivalen a la suma dels coeficients de raresa obtinguts pels hàbitats i per les espècies presents a la zona, obtenint valors elevats en mollereres que presenten hàbitats o espècies poc freqüents.

$$CB_n = \sum_{e=1}^n (1/N_n)$$

$$CB_e = \sum_{e=1}^n (1/N_e)$$

Finalment, per obtenir una notació homogènia per tots els criteris avaluats, a cada criteri de biodiversitat se li va atribuir una nota de la A a la D, utilitzant el *box-plot* de la distribució dels valors numèrics obtinguts. Així la nota A s'atribueix al primer quartil de valors, la nota B del primer quartil a la mediana, la nota C de la mediana al tercer quartil i la D del tercer quartil al valor mínim (taula 1).

TAULA 1. Sistema de valoració per la diagnosi patrimonial de les molleres estudiades

A: la mollera presenta un interès molt gran pel que fa al criteri avaluat
B: la mollera presenta un interès gran
C: la mollera presenta un interès mitjà
D: la mollera presenta un interès baix

Avaluació de l'interès funcional. Per avaluar l'interès funcional de les molleres es van considerar dues aproximacions: cada mollera de manera individual, i el conjunt de molleres en la conca hidrogràfica a la que pertanyen. En aquesta avaluació no es van considerar les molleres puntuals ($s < 200 \text{ m}^2$) per la feble representativitat en superfície que tenen.

a. Aproximació individual:

Per cada mollera, es varen tenir en compte dos criteris (Thomas 2007).

- La superfície: considerant que una mollera de gran superfície té un paper hidrològic més important que una mollera petita.
- La posició altitudinal en l'aiguavessant: considerant que una mollera situada en la part superior de l'aiguavessant té un paper hidrològic molt important.

b. Aproximació de grup:

Es varen tenir en compte dos criteris i una valoració de tipus qualitatiu:

- La superfície que ocupa el conjunt humit sobre la superfície de la conca.
- El nombre de molleres que constitueixen el conjunt, considerant que quan més gran sigui el nombre de molleres del conjunt, més important és el seu paper hidrològic (Thomas 2007).
- La valoració de la connectivitat hidrològica entre les molleres d'un mateix conjunt, considerant que, com menys pertorbada es troba la connexió

hídrica del conjunt més òptim és el seu funcionament, i distingint qualitativament els aiguavessants que presenten marques d'antropització dels que mantenen un alt grau de naturalitat.

Dins de cada aproximació es va adoptar 3 categories segons els valors obtinguts utilitzant criteris de lògica (taules 2 i 3):

TAULA 2. Sistema de valoració per la diagnosi funcional individual

Superfície	A: superfície important B: superfície mitjana C: petita superfície
Altitud	A: mollera situada en la part alta del grup (terç superior) B: mollera situada en la part mitjana del grup C: mollera situada en la part baixa del grup (terç inferior)

TAULA 3. Sistema de valoració per la diagnosi funcional d'un mateix conjunt

Nombre total de molles de la conca	A: conjunt format per un nombre important de molles B: conjunt format per un nombre mitjà de molles C: conjunt format per un petit nombre de molles
Superfície del conjunt humit	A: el conjunt ocupa una superfície important a la conca B: el conjunt ocupa una superfície mitjana C: el conjunt ocupa una petita superfície

La connectivitat hidrològica es va avaluar qualitativament a posteriori, mitjançant l'anàlisi amb SIG i fotografies aèries, distingint les conques totalment desproveïdes de qualsevol pertorbació en el sistema hidrològic, de les conques més antropitzades, amb presència de pistes d'esquí, carreteres, aparcaments i altres infraestructures que hagin pogut pertorbar el funcionament hidrològic de les molles.

D'aquesta manera es va obtenir de cada mollera una combinació de notes per cada una de les tres avaluacions (6 notes de biodiversitat, 2 notes de funcionalitat individual i 2 notes de funcionalitat de grup). La classificació final de les molles es va realitzar tractant separatament els criteris de biodiversitat d'una banda, i d'altra banda els de funcionament hidrològic.

Classificació final de les molles. La classificació de les molles segons l'interès florístic i patrimonial inclou quatre grups (1 d'interès florístic molt gran a 4 interès florístic baix). Aquesta és funció del nombre de notes A, B, C

i D, obtingudes pels 6 criteris, essent més elevada les que tenen majoria de As (taula 4). Seguint una lògica similar, la classificació de les molleres segons l'interès funcional, depèn de la combinació de notes obtinguda, essent les de més valor les que disposen de la combinació AA de notes i les de pitjor valor les que tenen notes BC, CB o CC (taula 4).

TAULA 4. Classificació de les molleres segons el seu interès biològic i funcional

Interès biològic i patrimonial		
Grup 1	molleres d'interès florístic molt gran	majoria de A
Grup 2	molleres d'interès florístic gran	majoria de B, alguna A
Grup 3	molleres d'interès florístic mitjà	majoria de C, alguna A o B
Grup 4	molleres de baix interès florístic	majoria de D, cap A ni B
Interès funcional individual		
Grup 1	molleres altament funcionals	combinació AA
Grup 2	molleres funcionals	combinacions AB o BA
Grup 3	molleres mitjanament funcionals	combinacions BB o BC
Grup 4	molleres feblement funcionals	nota Superfície C
Interès funcional de grup		
Grup 1	conjunt altament funcional	combinació AA
Grup 2	conjunt funcional	combinacions AB o BA
Grup 3	conjunt mitjanament funcional	combinacions BB o AC
Grup 4	conjunt feblement funcional	combinacions BC, CB o CC

L'any 2008, des dels Departaments de Medi Ambient i Patrimoni Natural, i juntament amb Silvagina S.L., es va completar el treball augmentant la ponderació de la raresa dels hàbitats humits i de les espècies de flora, afegint criteris complementaris com la representativitat en la tipologia dels complexos humits (Lazare *et al.* 2009). També es van valorar més els llacs i estanys, i les basses de més d'1 ha, ja que quedaven infravalorats en quant a font de biodiversitat (Martin 2007). Els resultats finals d'aquesta classificació s'exposen a l'apartat següent.

Resultats

ESTUDI I INVENTARI DE LES ZONES HUMIDES:

Amb les dades obtingudes es va generar una base de dades, així com la cartografia digital georeferenciada de les zones humides inventariades a escala 1/5.000. En total es van localitzar i descriure 1.731 molleres, les quals es

concentren principalment als aiguavessants del Nord, del Nord-est i Sud-est del país, i es situen entre els 1.310 i els 2.718 metres d'altitud. Presenten una superfície molt variable, podent ocupar des de pocs m² fins a més de 2 ha (fig.1). La mollera més gran és la del riu de la Llosada, a Encamp, amb 8,24 ha. La superfície total ocupada per les mollereres i els patamolls és de prop de 6 km², és a dir un 1,3% del territori nacional.

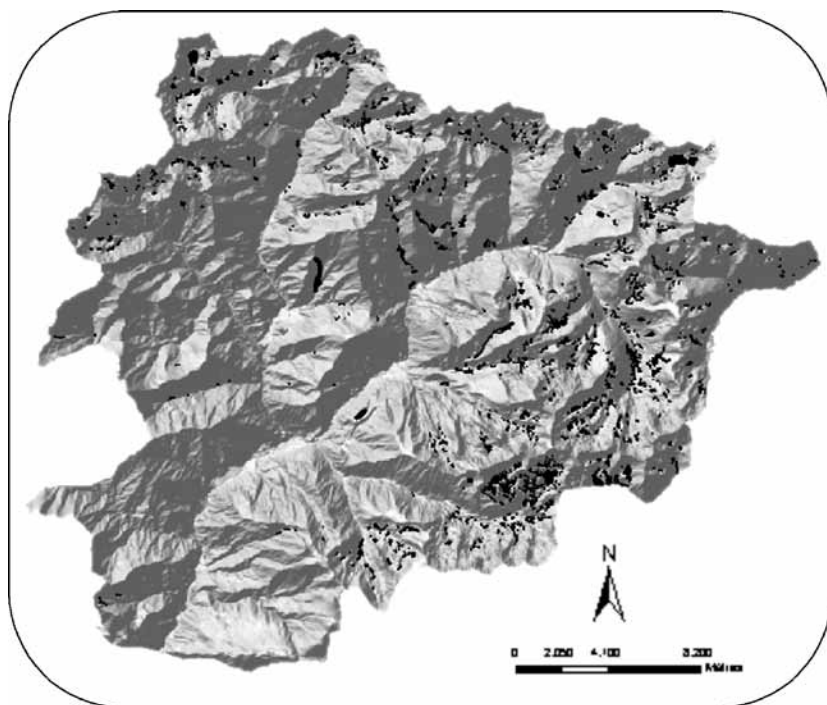


FIGURA 1. Mapa de distribució de les zones humides d'Andorra.

El nombre total d'espècies de flora identificades a les àrees estudiades va ser de 524, és a dir, més d'una tercera part de la *Check-list* de la flora andorranca (Carrillo *et al.* 2008), entre les que hi ha 59 briòfits (19 espècies del gènere *Sphagnum*), 13 pteridòfits, 27 espècies del gènere *Carex* i 12 espècies del gènere *Juncus*. El nombre total d'hàbitats inventariats a aquestes mollereres va ser de 71, dels quals 38 són d'interès comunitari.

DIAGNOSI DE LES ZONES HUMIDES

Segons la classificació de les molles finalitzada al 2008, un 30% es consideren com altament prioritàries o prioritàries per a la conservació i un 55% com a altament funcionals i funcionals (taula 5). Els grups de molles més interessants a nivell funcional se situen a les parts altes de les conques a l'est del Principat.

TAULA 5. Distribució de la classificació de les molles i conjunts de molles d'una mateixa conca

	Diagnosi patrimonial	Diagnosi funcional individual	Diagnosi funcional grup
Grup 1	141 molles	167 molles	7 conjunts
Grup 2	365 molles	631 molles	12 conjunts
Grup 3	613 molles	566 molles	15 conjunts
Grup 4	612 molles	367 molles	27 conjunts

Les diferents classificacions es varen representar en capes d'informació geogràfica en format ESRI .shp. i una llegenda de quatre colors segons el nivell d'interès. Aquesta informació constitueix una base molt important per a determinar possibles impactes sobre aquestes zones i influir en la seva major preservació.

Cal puntualitzar que en la classificació de les molles no s'ha pogut valorar l'interès faunístic, ja que en l'inventari no es podia disposar de dades exhaustives. Així doncs, una zona humida classificada, des d'un punt de vista florístic, com a "no prioritària per a la conservació" podria albergar una espècie animal (o un conjunt d'espècies) de gran valor patrimonial .

Conclusions i perspectives

La formació de les zones humides andorranes és principalment de tipus soligen. Es situen entre els 1.310 i els 2.718 metres d'altitud, i es concentren principalment als aiguavessants del Nord, del Nord-est i Sud-est del país.

Es demostra la importància que té la diversitat florística en les zones humides tot i que representen una superfície molt reduïda en comparació a d'altres ambients. Es destaca l'existència d'una gran diversitat d'hàbitats i d'espècies de flora d'interès (moltes considerades com a rares o amenaçades): *Comarum palustre*, *Equisetum fluviatile* i *Salix lapponum*; i zones de gran valor ecològic i paisatgístic com les pletes de Siscaró, les Agols i Madriu.

Des d'un punt de vista de la gestió del territori, la principal amenaça és la concentració del bestiar en algunes zones (erosió pel trepig excessiu) i el condicionament i la captació d'aigua a les zones de les estacions d'esquí.

Aquests estudis són doncs una primera etapa en la identificació de les molles i dels conjunts humits que cal preservar prioritàriament dins del territori andorrà i contribueixen de manera important al coneixement de la flora i dels hàbitats d'Andorra, disposant d'una eina molt útil per assegurar la preservació i la gestió sostenible de les molles ja que són fonts de biodiversitat.

Partint de les dades obtingudes, des de l'any 2002 els Departaments de Medi Ambient i Patrimoni Natural realitzen un monitoreig anual de les zones humides d'interès amb risc d'amenaça per fer un seguiment del seu estat de conservació.

Bibliografia

- CARRILLO, E., MERCADÉ, A., NINOT, J. M., CARRERAS, J., FERRÉ, A. & FONT, X. 2008. *Check-list i Llista vermella de la flora d'Andorra*. CENMA & Govern d'Andorra, 488 pp.
- JULVE, P. 2001. *La flore et la végétation des tourbières andorranes*. 9 pp. Inèdit.
- LAZARE, J. J. 2005. *Comarum palustre*: nouveau pour l'Andorre. *J. Bot. Soc. Bot. France* 31: 85-88.
- LAZARE, J. J., CANTENOT, Y., RIBA, S., DARQUISTADE, A. & PUJOS, A. 2005. Additions à la flore d'Andorre. *J. Bot. Soc. Bot. France* 29: 77-85.
- LAZARE, J.J., CANTENOT, Y., RIBA, S., DARQUISTADE, A., DARTIGUELONGUE, S. & PUJOS, A. 2009. Inventaire et étude écologiques des zones humides de la Principauté d'Andorre (programme national 2002-2006); interprétation géosymphytosociologique. *Acta Bot. Gallica* 156: 589-605.
- LAZARE, J. J. & RIBA, S. 2010. Nouvel apport à la flore de la Principauté d'Andorre. *J. Bot. Soc. Bot. France* 50: 17-18.
- MARTIN, M. 2007. *Estudi per a la identificació i classificació de les zones humides andorranes prioritàries per a la conservació*. Inèdit. Ministeri de Turisme i Medi Ambient. Govern d'Andorra.
- RIBA, S. 2002, 2004, 2005, 2006, 2007. *Inventari i estudi de les molles i patamolls d'Andorra. Fases 1-5*, (Ined.). Ministeri de Turisme i Medi Ambient, Govern d'Andorra.
- RIBA, S. 2005. Nouvelles additions à la flore d'Andorre. *J. Bot. Soc. Bot. France* 32: 73-74.
- THOMAS, J. 1999. *Les tourbières de Midi-pyrénées: comment les conserver?* Conservatoire des Espaces Naturels de Midi-Pyrénées, Programme Life Nature "Tourbières de Midi-Pyrénées", 116 pp.
- THOMAS, J. 2007. *Inventaire typologique et cartographique des milieux tourbeux des Pyrénées Orientales*. Rapport technique de la SCOP SAGNE-PNR des Pyrénées Catalanes, 55 pp.

Carex tendae (W. Dietr.) Pawl. (*Cyperaceae*) en los Alpes occidentales

Ana Molina^{1*}, Carmen Acedo¹ & Félix Llamas¹

•••••••

ABSTRACT

Carex tendae (W. Dietr.) Pawl. (*Cyperaceae*) in Western Alps

Carex tendae (W. Dietr.) Pawl. (*Cyperaceae*) is a member of the *C. ferruginea* group. It is an endemic sedge from the Western Alps characterized by its rhizomes without stolons, leaves less than 1.5 mm wide and glabrous perigynia. There were revised 234 specimens of the *C. ferruginea* group, and 41 morphologic, micromorphologic and inflorescence characteristics were studied in 58 specimens. Numerical analyses (PCA, PCoA, hierarchical cluster analysis, Student's t-distribution, and Mann-Whitney U test) show that *C. tendae* does not have well-defined characters. Most of the populations have individuals whose characters overlap with those on *C. ferruginea* and mainly with those on *C. austroalpina*, both belonging to the *C. ferruginea* group. Furthermore, its distribution area is also overlapped with *C. austroalpina*. Thus, we cannot confirm the species rank of *C. tendae* with our results. We propose a molecular study of the full group to know the relationships and the taxonomic status of its components.

Key words: *Carex austroalpina*, *Carex ferruginea*, endemism, introgression, numerical analyses, speciation

RESUMEN

Carex tendae (W. Dietr.) Pawl. (*Cyperaceae*) forma parte del grupo *C. ferruginea*. Es un endemismo de los Alpes occidentales caracterizado por presentar rizomas sin estolones, hojas menores de 1,5 mm. de anchura y utrículos glabros. Se revisaron 234 especímenes del grupo *C. ferruginea* y se estudiaron en detalle 41 características morfológicas, micromorfológicas y de las inflorescencias en 58 individuos. Los análisis numéricos realizados (PCA, PCoA, análisis de conglomerados jerarquizado, t de Student y U de Mann-Whitney) indican que *C. tendae* no muestra caracteres bien definidos. Los caracteres de la mayoría de las poblaciones se solapan con los de *C. ferruginea* y sobre todo con los de *C. austroalpina*, ambos del mismo grupo *ferruginea*. Además, su área de distribución también coincide con la de *C. austroalpina*. Por tanto nuestros resultados no confirman el rango específico de *C. tendae*. Proponemos un estudio molecular de todo el grupo para conocer el grado de parentesco y estatus taxonómico de sus componentes.

Palabras clave: Análisis numéricos, *Carex austroalpina*, *Carex ferruginea*, endemismo, especiación, introgresión

1. Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental, Universidad de León. Campus de Vegazana, E-24071 León, España

* a.molina@unileon.es

Introducción

Carex L. (*Cyperaceae*) es un género muy amplio (unas 1700 especies) de distribución casi cosmopolita (Govaerts et al. 2007). Sus miembros ocupan hábitats diversos (Klotzi 1988) por lo que constituyen un motivo de estudio ideal a la hora de analizar las causas genéticas, geográficas o fisiológicas que provocan o se derivan de esta gran diversidad. *C. ferruginea* (sect. *Aulocystis*) comprende un grupo de táxones endémicos, exclusivos de los bosques, en las cordilleras del sur de Europa. Su estudio permite profundizar en cuestiones relacionadas con la especiación en las áreas de montaña y la selección y adaptación en ecosistemas forestales. Nuestro equipo comenzó por revisar la delimitación taxonómica y la distribución geográfica de los táxones del grupo. Molina et al. (2009) estudiaron *C. austroalpina* Bech. en los Pirineos, y este trabajo se centra en *C. tendae* (W. Dietr.) Pawl.

El objetivo principal de este trabajo es realizar un estudio morfológico detallado de *Carex tendae*, revisar su área de distribución, y tratar de definir el rango de variación de sus caracteres en relación al resto del grupo *ferruginea*.

Antecedentes

Dietrich (1967), que realizó el trabajo más completo del grupo, incluyó cinco subespecies en el complejo *Carex ferruginea*: *C. ferruginea* Scop. subsp. *austroalpina* (Bech.) W. Dietr., *C. ferruginea* Scop. subsp. *caudata* (Kük.) Pereda & Laínz, *C. ferruginea* Scop. subsp. *ferruginea*, *C. ferruginea* Scop. subsp. *macrostachys* (Bertol.) Arcang. y *C. ferruginea* Scop. subsp. *tendae* W. Dietr.

Tradicionalmente, la mayoría de autores (Saint-Lager 1893, Fiori & Paoletti 1896, Rouy 1912) no diferenciaron *Carex ferruginea* subsp. *tendae* de *C. ferruginea* subsp. *austroalpina*. Kükenthal (1912) fue el primero en considerar *C. ferruginea* subsp. *tendae* (= *C. refracta* var. *subferruginea*) una variedad de *C. ferruginea* subsp. *austroalpina* (= *C. refracta*). Más tarde Dietrich (1967) dio a ambos táxones rango de subespecie. Finalmente, cabe añadir que Becheler (1930) le confirió rango específico a *C. ferruginea* subsp. *austroalpina* (= *C. austroalpina* Bech.) y este nombre figura como aceptado en la World Checklist; en cambio la propuesta análoga de Pawloski (1970) para *C. ferruginea* subsp. *tendae* (= *C. tendae* (W. Dietr.) Pawl.) no está reconocida.

De acuerdo con Dietrich (1967) *Carex ferruginea* Scop. subsp. *tendae* se distingue por los rizomas sin estolones, hojas de menos de 1,5 mm. de ancho y utrículos glabros, siendo éste último el principal carácter diferencial frente a *C. austroalpina*. Además, Dietrich (1967) consideraba sus áreas de distribución disjuntas. Más tarde, Pawlowski (1970) citó *C. tendae* como un endemismo de los Alpes occidentales, concediéndole nivel específico; pero sin añadir ninguna explicación adicional.

Material y métodos

Se revisaron 238 pliegos de tres integrantes del grupo *Carex ferruginea*: 15 de *C. tendae*, 94 de *C. austroalpina* y 128 de *C. ferruginea*, s. str. conservados en los herbarios B, JACA, K, LEB, MA, PR y PRC. A partir de ellos se seleccionaron 58 individuos de poblaciones repartidas por toda su área de distribución en los Alpes. Los criterios de selección se basaron principalmente en el estado de conservación de los materiales. Se escogieron pliegos en buen estado, donde se pudieran tomar datos sin dificultad; asimismo se trató recoger toda la variación morfológica del grupo, fijándose en la variación de los caracteres, que a priori, de acuerdo con las descripciones bibliográficas, podrían tener valor taxonómico: longitud bráctea basal, número y longitud de espigas, longitud del pedúnculo, presencia de pelo del utrículo, etc. En ellos se estudiaron caracteres morfológicos relativos a los estolones, tallo y hojas; caracteres micromorfológicos que recogen diferentes aspectos de las glumas femeninas (tamaño, color y margen), utrículos (tamaño, forma, color y pubescencia) y aquenios (tamaño), y caracteres de las inflorescencias como son longitud de la bráctea basal, número y tamaño de las espigas, pedúnculos de las espigas, número de flores por espiga, etc. hasta un total de 41 caracteres.

Salvo casos en los que no se disponía de suficiente material, se ha tomado el valor medio de dos o tres medidas por espécimen. Preferentemente se toman datos en utrículos situados en la zona media de las espigas. En cuanto a la nomenclatura empleada para los caracteres, se considera pico únicamente el extremo superior del utrículo, por encima de la línea de inflexión del cuerpo del utrículo; de modo que la zona intermedia, situada entre el cuerpo del utrículo y el inicio del pico, recibe el nombre de cima.

Con la matriz de datos obtenidos (58 x 41) se realizó un análisis de componentes principales (PCA) para conocer las características principales que permiten distinguir los tres táxones. Asimismo se llevó a cabo un análisis de coordenadas principales (PCoA) y una ordenación jerárquica, utilizando ligamiento medio (UPGMA), para separar los *clusters* principales. En ambos casos empleamos el coeficiente de similitud de Gower que permite utilizar variables tanto cuantitativas como cualitativas. Se estudiaron las diferencias significativas entre variables cuantitativas de *Carex austroalpina* y *C. tendae* mediante la *t* de Student. De modo análogo, mediante la *U* de Mann-Whitney, se analizaron las variables cualitativas.

El análisis de datos se realizó con los programas SYN-TAX 2000 (Podani 2001) y SPSS 17. La lista detallada de material estudiado y la tabla de datos del análisis numérico están disponibles para consulta de los interesados.

Resultados

DISTRIBUCIÓN DE *CAREX TENDAE* EN LOS ALPES

Carex tendae se distribuye por los Alpes Occidentales, en una franja que va desde el sur de los Alpes Marítimos hasta Mont Cenis. *C. ferruginea* y *C. austroalpina* presentan áreas de distribución mas amplias, que se extienden por toda la cordillera alpina y están solapadas entre si. La revisión de los materiales realizada indica que *C. tendae* convive con otros táxones de la sect. *Aulocystis* como *C. austroalpina*, *C. brachystachys* Schrank y *C. sempervirens* Vill., pero no con *C. ferruginea*.

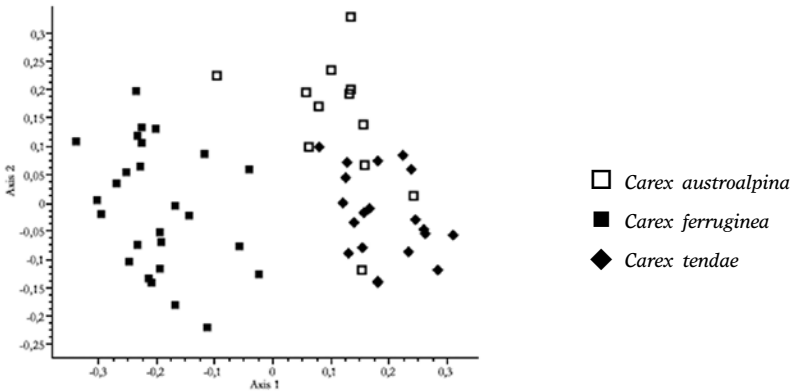


FIGURA 1. Gráfica de los ejes 1 y 2 del análisis de coordenadas principales (PCoA) de 58 miembros del grupo de *Carex ferruginea* (*C. austroalpina*, *C. ferruginea* y *C. tendae*) y 41 variables.

ANÁLISIS DE COORDENADAS PRINCIPALES (PCoA) Y ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS

Los tres primeros ejes explican el 55% de la variación estudiada (1^{er} eje un 34%, 2^o eje un 14%, y el 3^{er} eje un 7%). Las variables que más explicación aportan -de acuerdo con el análisis de componentes principales (PCA) no mostrado aquí- son anchura de la hoja, longitud del pico del utrículo, número de flores en la rama distal y relación entre la longitud del tallo y la de la inflorescencia. En la gráfica (fig. 1) se definen dos grupos: uno formado por los miembros de *Carex ferruginea* y otro por los de *C. tendae* junto con *C. austroalpina*. Estos dos táxones quedan solapados. En el dendrograma (fig. 2) los resultados son semejantes. Hay dos *clusters*, uno donde aparecen los representantes de *C. ferruginea* y otro que a su vez presenta dos ramas, una para los miembros de *C. austroalpina* y otra

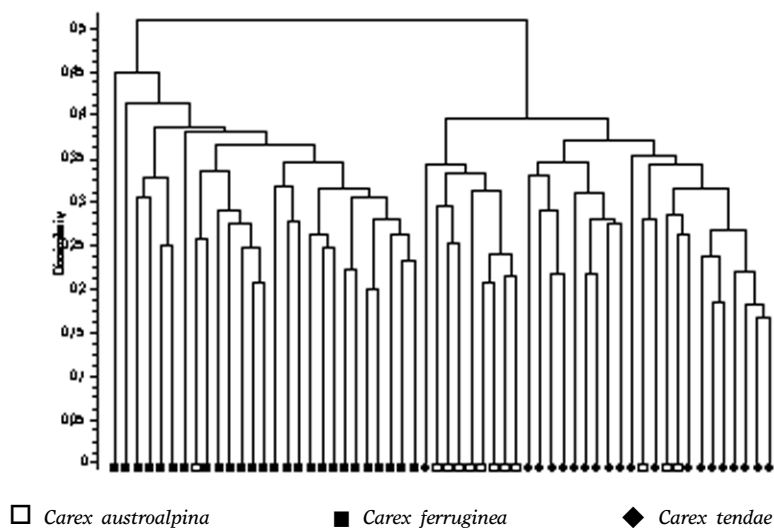


FIGURA 2. Análisis de conglomerados jerárquico de 58 miembros del grupo *Carex ferruginea* (*C. austroalpina*, *C. ferruginea* y *C. tendae*) y 41 variables utilizando ligamiento medio (UPGMA) y el coeficiente de similitud de Gower.

para los de *C. tendae*. Pero no hay una delimitación completa entre ambas, varios individuos identificados como *C. austroalpina* aparecen unidos al grupo de *C. tendae* y un representante de *C. tendae* se une al cluster de *C. austroalpina*.

T DE STUDENT Y U DE MANN-WHITNEV PARA *CAREX AUSTRALPINA* Y *C. TENDAE*

Carex tendae y *C. austroalpina* son dos táxones muy semejantes (tabla 1). Las diferencias son significativas al 0,01% para un carácter cualitativo: pubescencia en el utrículo, y para tres caracteres cuantitativos: longitud de la bráctea basal, longitud de la espiga masculina y longitud de la espiga de la rama distal. Los ejemplares de *C. tendae* generalmente presentan escasa pubescencia en el utrículo –aunque hay cierta variación–, y la bráctea basal de la inflorescencia, la espiga masculina y la espiga de la rama distal son más cortas que en *C. austroalpina*. Otras variables cuantitativas como longitud del tallo, longitud de la espiga de la rama basal y longitud del pico del utrículo son significativas al 0,1%.

TABLE 1. T de Student y U de Mann-Whitnev para *Carex austroalpina* y *C. tendae*. Medidas en mm. (* significativo al 0,1%, ** significativo al 0,01%)

Carácter	<i>Carex tendae</i>	<i>Carex austroalpina</i>
presencia de estolón	no	no
longitud del tallo*	448,75 ± 67,62	524,0 ± 79,69
anchura de la hoja	1,21 ± 0,21	1,25 ± 0,22
longitud de las hojas/tallo	más cortas	50% casos iguales
longitud de la bráctea basal**	53,16 ± 14,27	84,75 ± 21,34
longitud de la vaina	15,04 ± 6,9	17,85 ± 7,35
longitud de la inflorescencia	111,00 ± 49,58	161,90 ± 53,28
longitud del tallo/inflorescencia	4,99 ± 3,02	3,55 ± 1,23
longitud de la espiga masculina**	22,75 ± 3,1	31,50 ± 4,86
nº flores femeninas rama basal	10,17 ± 3,1	12,60 ± 5,11
nº flores femeninas rama distal	7,00 ± 3,6	9,90 ± 2,64
longitud de la espiga rama basal*	16,83 ± 5,65	22,15 ± 6,28
longitud de la espiga rama distal**	10,00 ± 6,15	16,95 ± 2,46
longitud inflorescencia/espiga distal	8,00 ± 4,43	9,70 ± 3,32
longitud del pedúnculo basal	37,83 ± 19,65	42,20 ± 22,42
longitud de la gluma femenina	3,29 ± 0,36	3,16 ± 0,35
anchura de la gluma femenina	1,70 ± 0,18	1,81 ± 0,21
color de la gluma femenina	variable	variable
margen escarioso de la gluma femenina	sí	sí
anchura del margen escarioso	variable	variable
longitud del utrículo	4,07 ± 0,45	4,02 ± 0,29
longitud del pico del utrículo*	0,70 ± 0,21	0,83 ± 0,15
pubescencia del utrículo**	poco	mucho
ápice escarioso del pico utrículo	variable	variable
longitud del aquenio	2,11 ± 0,69	2,20 ± 0,17

CARACTERÍSTICAS DE *CAREX TENDAE*

Al revisar los materiales de *Carex tendae* hemos comprobado que no presentan caracteres homogéneos; en una misma población los caracteres de los individuos presentan una amplia variación. Uno de los caracteres cualitativos que sirve para diferenciar este taxon, utrículos glabros, presenta bastante variación. Los utrículos no son siempre glabros, la pubescencia del utrículo varía entre y dentro de las poblaciones de los Alpes Occidentales (tabla 2, fig. 3). Por otro

lado, varios de los caracteres cuantitativos más significativos presentan valores intermedios entre los de *C. ferruginea* y los de *C. austroalpina* (fig. 3), por ejemplo, la longitud del tallo o longitud del pico del utrículo significativos al 0,1%. En caracteres significativos al 0,01%, como son la longitud de la espiga masculina y de la espiga de la rama distal, que distinguen *C. tendae* de *C. austroalpina*, los valores de *C. tendae* entran en el intervalo de valores de *C. ferruginea*. El único carácter con valor diferencial, tanto frente a *C. austroalpina* como a *C. ferruginea*, es la longitud de la bráctea basal.

TABLA 2. Pubescencia en el utrículo de los especímenes del grupo *Carex ferruginea* de los Alpes Occidentales: (I) Italia, (F) Francia

Taxon	Ejemplar	Localidad	Zonación de la pubescencia	Grado de pubescencia
<i>C. tendae</i>	MA-17925(2)	(F) Mont Cheiron	Pico y cima	Manifiesta
<i>C. tendae</i>	K-Causolat	(F) Mont Cheiron	Pico, cima y parte del cuerpo	Abundante
<i>C. tendae</i>	LEB-MOLG 153	(I) Barcelonette	Pico, cima y parte del cuerpo	Manifiesta
<i>C. austroalpina</i>	LEB-MOLG 114	(I) Barcelonette	Pico, cima y parte del cuerpo	Abundante
<i>C. tendae</i>	LEB-MOLG 158	(I) Col de Larches	Pico y cima	Escasa
<i>C. austroalpina</i>	K-Senay 4049	(F) Ceillac	Pico, cima y parte del cuerpo	Abundante
<i>C. tendae</i>	K-Sieber	(F) Vars	Pico y cima	Muy escasa
<i>C. tendae</i>	B-Faure	(F) La Batie	Pico y cima	Muy escasa
<i>C. tendae</i>	B-Teppner	(F) Col d'Izoar	Pico y cima	Abundante
<i>C. tendae</i>	B-N. Roux	(F) La Croix	Pico, cima y parte del cuerpo	Abundante
<i>C. tendae</i>	B-L. Giroud 8	(F) Mte. Morgon	Pico, cima y parte del cuerpo	Escasa
<i>C. tendae</i>	PR 126094	(I) Mt Cenis	Pico, cima y parte del cuerpo	Muy escasa
<i>C. tendae</i>	PRC 400967	(F) Cervieres	Pico y cima	Muy escasa
<i>C. tendae</i>	PRC 400952	(I) Autaretto	Pico	Muy escasa
<i>C. tendae</i>	B-Ferrari 203	(I) Autaretto	Pico	Muy escasa
<i>C. tendae</i>	PR 124296	(I) Autaretto	Pico, cima y parte del cuerpo	Abundante
<i>C. tendae</i>	PRC 400953	(I) Autaretto	Pico	Muy escasa

Discusión y conclusiones

Nuestros resultados indican que *Carex ferruginea* y *C. austroalpina* ocupan áreas de distribución amplias y presentan caracteres morfológicos bien delimitados. Por el contrario, el área de distribución de *C. tendae* es mucho más reducida, y se solapa con la de *C. austroalpina*, y lo que es más importante, no presenta caracteres morfológicos bien diferenciados. El único carácter diferen-

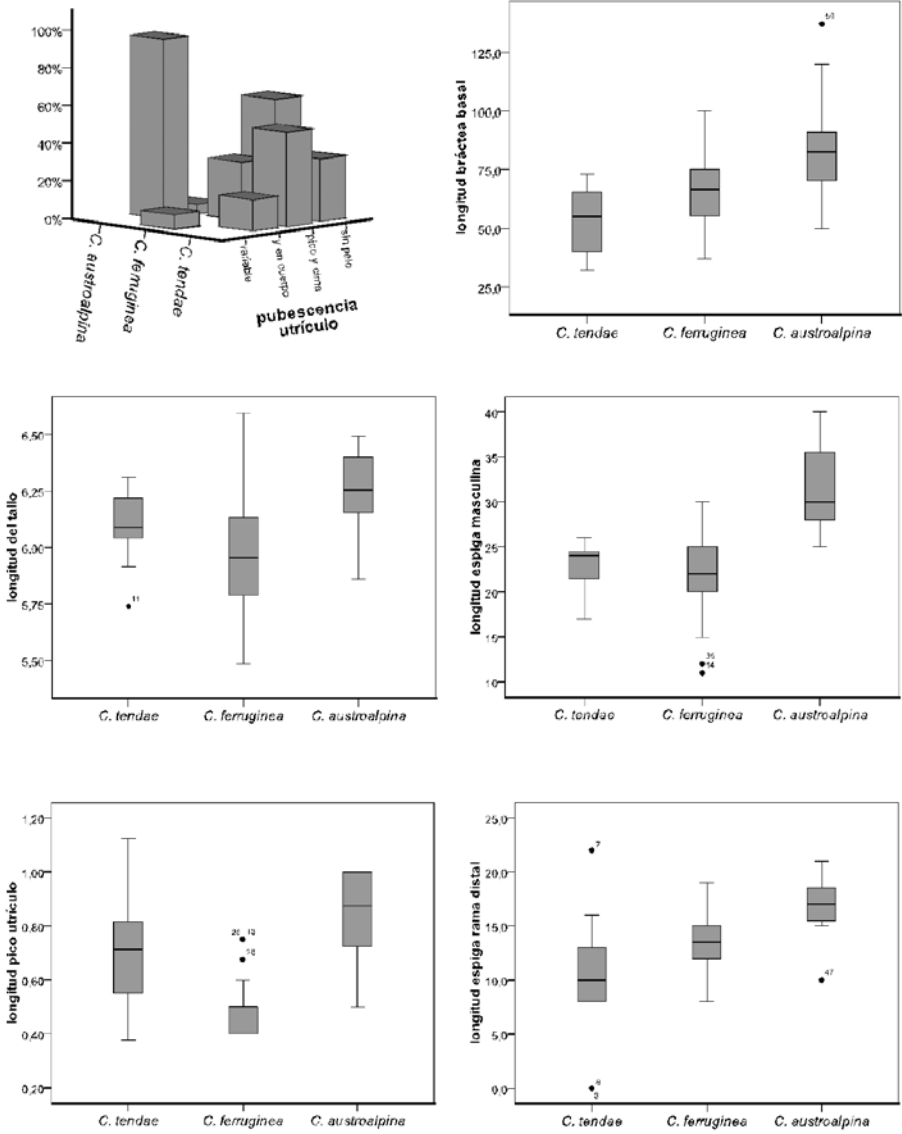


FIGURA 3. Comparación de los caracteres morfológicos del grupo de *Carex ferruginea* (*C. austroalpina*, *C. ferruginea* y *C. tendae*).

cial respecto al resto del grupo es la longitud de bráctea basal. En el género *Carex* hay varias secciones donde las especies se diferencian únicamente por caracteres morfológicos que son principalmente cuantitativos y continuos (Starr & Ford 2001, Molina *et al.* 2008). Si admitimos que *C. austroalpina* y *C. tendae* tienen nivel específico se trataría de una situación similar.

En la revisión del material procedente de este área hemos encontrado que en varias poblaciones hay individuos que presentan una amplia variación en sus caracteres, e incluso algunos pueden ser identificados como *Carex austroalpina*. Por tanto, deducimos que *C. tendae* no está bien aislado genéticamente. Podría tratarse de un caso de introgresión con *C. austroalpina*, una especie mejor adaptada y de más éxito, de modo que las poblaciones de *C. tendae* van retrocediendo y su área se reduce paulatinamente. Luceño *et al.* (2000) describen esta situación entre *C. piraie* F. W. Schultz y *C. muricata* L. en la Península Ibérica.

Hay otras posibilidades; puede que *Carex tendae* se encuentre en fase de especiación, derivando de *C. austroalpina* o de un antecesor de ambas. Tampoco podemos descartar que sea el resultado de la hibridación entre *C. austroalpina* y otro miembro del grupo *ferruginea*, tal vez *C. ferruginea*, que presenta utrículos glabros. De una forma u otra nuestros resultados no confirman el trabajo de Dietrich (1967) que consideró todos los miembros como subespecies con el mismo rango, pues *C. tendae* en sus caracteres morfológicos está muy próxima a *C. austroalpina* y más lejos de *C. ferruginea*. Tampoco podemos confirmar el rango específico para *C. tendae* que le atribuyó Pawlowski (1970). Necesitamos realizar estudios moleculares que nos permitan determinar su estatus taxonómico y su relación con *C. austroalpina* y *C. ferruginea*.

Agradecimientos

Al personal de los herbarios B, JACA, K, LEB, MA PR y PRC, que contribuyeron a este trabajo.

Bibliografía

- BECHERER, A. 1939. Note sur deux *Carex*. *Candollea* 8: 12-15.
- DIETRICH, W. 1967. Die zytotaxonomie der *Carex*-sektion *Frigidae* in Europa. *Feddes Repert.* 75: 1-42.
- FIORI, A. & PAOLETTI, G. 1896. *Flora analitica d'Italia*, vol. I. Tipografía del Seminario, Padova.
- GOVAERTS, R., SIMPSON, D. A., GOETGHEBEUR, P., WILSON, K. L., EGOROVA T. & BRUHL, J. J. 2007. *World Checklist of Cyperaceae*. The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew.
- KLÖTZLI, F. 1988. Conservational status and use of sedge wetlands. *Aquat. Bot.* 30: 157-168.
- KÜKENTHAL, G. 1909. Cyperaceae-Caricoida In: Engler, A. (ed.). *Das Pflanzenreich*. Heft 38 (IV. 20): 1-824. W. Englemann, Leipzig.
- LUCEÑO, M. & MATEOS, J. 2000. El estado de conservación de las cárices ibéricas. *Conserv. Veg.* 5: 1-3.

- MOLINA, A., ACEDO, C. & LLAMAS, F. 2008. Taxonomy and new taxa in Eurasian *Carex* (Section *Phaestoglochin*, Cyperaceae). *Syst. Bot.* 33: 237-250.
- MOLINA, A., ACEDO, C. & LLAMAS, F. 2009. *Carex austroalpina* Bech. en el Pirineo Central. IV Congreso de Biología de la Conservación de Plantas. Almería 15-18 Septiembre.
- PAWLOWSKI, B. 1970. Remarques sur l'endemisme dans la flore des Alpes et des Carpates. *Pl. Ecol.* 21 (4-6): 224.
- PODANI J. 2001. SYN-TAX 2000. *Computer programs for data analysis in Ecology and Systematic*. Scientia Publishing, Budapest.
- ROUY, G. 1912. *Carex* L. In: ROUY, G. & FOUCAUD, J. (eds.). *Flore de France ou description des plantes qui croissent spontanément en France, en Corse et en Alsace-Lorraine* 13. Société des Sciences Naturelles de la Charente-Inférieure, Paris.
- SAINT-LAGER, J. B. 1893. Note sur le *Carex tenax*. *Ann. Soc. Bot. Lyon* 18: 45-54.
- STARR, J. R. & FORD, B. A. 2001. The taxonomic and phylogenetic utility of vegetative anatomy and fruit epidermal silica bodies in *Carex* section *Phyllostachys* (Cyperaceae). *Can. J. Bot.* 79: 362-379.
- WORLD CHECKLIST OF SELECTED PLANT FAMILIES. (14-10-2010). The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; <http://www.kew.org/wcsp/> accessed.

Programa de Conservación de la Flora Vasculare del Parque Nacional Picos de Europa (España) durante el periodo 2002-2010

Amparo Mora¹

.....

ABSTRACT

The Conservation Program of Vascular Flora in the Picos de Europa National Park (Spain) during 2002-2010

The tasks carried out in the Picos de Europa National Park under the Vascular Flora Conservation Program are presented here. Since 2002 a big floristic work has been made, with the participation of professional botanists and the rangers and technicians of the Park. This collaboration has resulted in an extraordinary advance in the knowledge of the flora of Picos de Europa, that has been synthesized in the following documents:

- the National Park interesting flora species list (110 taxa categorized in 3 priority levels)
- the National Park endangered flora field guide
- the Endangered flora populations cartography (47 taxa)
- the National Park vegetation map, scale 1:10.000
- the National Park Flora Catalogue (1.750 taxa).

Key words: protected natural reserves, biodiversity, management, mapping

RESUMEN

Se presentan los trabajos realizados y en curso en el Parque Nacional (P.N.) de los Picos de Europa, en el marco del Programa de Conservación de la Flora Vasculare. Desde 2002 se ha desarrollado una intensa labor florística, contando con botánicos profesionales y con el personal del Parque. Esta colaboración ha permitido un gran avance en el conocimiento de la vegetación y de la flora picoeuropeanas, que se ha concretado en los siguientes documentos:

- Lista de Especies de Interés del P.N. (110 taxones, en 3 rangos de prioridad)
- Manual de Flora Amenazada del P.N. de los Picos de Europa
- Cartografía de poblaciones de Flora Amenazada (47 taxones)
- Mapa de vegetación 1:10.000 de todo el P.N.
- Catálogo Florístico del P.N. (1.750 taxones).

Palabras clave: espacios naturales protegidos, biodiversidad, gestión, cartografía vegetal

1. Parque Nacional Picos de Europa. Avda. Covadonga 43, E-33550 Cangas de Onís, Asturias, España. amora@oapn.es

Introducción

Desde el año 2002 se están realizando en el Parque Nacional de los Picos de Europa, en colaboración con las Universidades de Oviedo, León y Cantabria y con el Jardín Botánico Atlántico, diversos trabajos relacionados con la conservación de la flora. En 2004 se decidió dar un marco común a todos estos trabajos, estableciendo una serie de objetivos bajo la forma de un Programa de Conservación de la Flora Vascular. Desde la publicación de la tesis de Nava (1988) sobre la *Flora y vegetación orófila de los Picos de Europa* y del libro *La vegetación de la alta montaña cantábrica* (Rivas-Martínez *et al.* 1984), no se habían vuelto a efectuar estudios botánicos para el conjunto del territorio.

El diseño del Programa de Conservación se inspiró en el del Parc National des Pyrénées, elaborado por Valadon (2003) y en la filosofía del Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España (Bañares *et al.* 2003), proyecto promovido por la Dirección General de Conservación de la Naturaleza del Ministerio de Medio Ambiente, a través del Inventario Nacional de Biodiversidad. Tras cubrir los objetivos de la primera fase de dicho programa, en 2009 se redactó una segunda fase para otro período de cuatro años (2009-2012), con un marcado carácter divulgativo.

Material y métodos

ÁREA DE ESTUDIO

Los Picos de Europa le deben su nombre a su acusada pendiente. En una distancia lineal de no más de 7 km, se salvan desniveles de casi 2.500 metros. Una segunda característica definitoria de estas montañas es su origen marino (a partir de grandes depósitos calcáreos) y su gran proximidad al mar, unos 20 km desde su fachada norte atlántica, lo que los expone a los vientos del norte y las nieblas procedentes del mar Cantábrico. Pero los Picos de Europa, como cualquier territorio, no pueden entenderse aislados de su entorno. Los Picos se insertan en la Cordillera Cantábrica, presentando las mayores altitudes de la misma. Constituyen una encrucijada, que recibe influencias atlánticas desde el oeste e influencias mediterráneas desde el sur y el sureste. Los grandes desfiladeros excavados por los principales ríos en la mole calcárea conectan ambos mundos -el mediterráneo y el atlántico-, sirviendo como corredores ecológicos entre los mismos. Este carácter de encrucijada y su amplio gradiente altitudinal, han determinado que los Picos de Europa hayan constituido un refugio para numerosas especies durante las oscilaciones climáticas del Terciario y del Cuaternario, cuyos testimonios vivos y fósiles podemos observar aún hoy en día. Administrativamente, este Parque Nacional se sitúa a caballo entre tres Comunidades Autónomas (Asturias, Castilla y León y Cantabria). Su superficie es de 64.660 hectáreas. Fue creado el 30 de mayo de 1995, como ampliación del anti-

guo P.N. de Covadonga, creado en 1918. Este espacio natural alberga unas 1750 especies de flora vascular, lo que supone el 21% de la flora vascular española.

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA DEL PROGRAMA

La estructura del Programa de Conservación de la Flora Vascular del Parque Nacional, en su primer período (2002-2008) se dividió en 5 fases (Bueno *et al.* 2005). Los objetivos a desarrollar en cada una de ellas se resumen en la tabla 1.

TABLA 1. Objetivos de la Fase I (2004-2008) del Programa de Conservación de la Flora Vascular del Parque Nacional de los Picos de Europa

Fase I	Recopilación bibliográfica. Elaboración a partir de la bibliografía, de un primer borrador de Catálogo Florístico del Parque y de una Lista de Especies a proteger
Fase II	Cartografía y descripción de las poblaciones conocidas de taxones incluidos en la lista de especies a proteger (censo, área de ocupación, caracterización del hábitat y evaluación del estado de conservación)
Fase III	Cartografía detallada (E:1/10.000) de las comunidades vegetales del Parque Nacional y prospección de nuevas poblaciones de las especies a proteger
Fase IV	Síntesis de los datos
Fase V	Plan de Conservación

En 2009, con los conocimientos actualizados sobre las poblaciones existentes e incluyendo los nuevos catálogos autonómicos de protección de flora de Castilla y León (Decreto 63/2007) y de Cantabria (Decreto 120/2008) y la nueva Lista Roja de la Flora Vascular Amenazada de España 2008 (Moreno, 2008), se revisó la Lista de Especies de Interés del Parque (Bueno *et al.* 2009). Además, se planteó una Fase II del Programa de Conservación de la Flora Vascular del Parque Nacional (2009-2012), con varios objetivos, esta vez divididos en las tres áreas temáticas que se detallan en la tabla 3.

La Lista de especies de interés del Parque se obtuvo aplicando un sistema de selección de plantas prioritarias multicriterio y multiescala, mediante cuatro criterios relacionados con el interés de conservación a diferentes escalas: amenaza, protección, endemidad y rareza. Para cada uno de los criterios se definieron cuatro clases de importancia, que fueron transformadas a valores cuantitativos discretos mediante una valoración ponderada (entre 0 y 1). La puntuación final de cada planta se calculó mediante un índice ponderado de prioridad (IPP), obtenido del valor medio de los valores de cada clase, según la siguiente expresión:

$$IPP_i = (v_{pi} AME + v_{pi} PRO + v_{pi} END + v_{pi} RAR) / 4$$

Donde IPP_i es el Índice Ponderado de Prioridad de cada planta

V_{pi}(x) es el valor de percentil adquirido por la planta en cada criterio

Los grupos de pertenencia de cada planta (clases de prioridad 1, 2 y 3) se establecieron en función de la clasificación del análisis k-medias.

TABLA 2. Descripción de los criterios y clases definidas para la valoración de las plantas seleccionadas en la Lista de Plantas de Interés del Parque Nacional

criterio	Ámbito	Clases	Descripción
Amenaza (AME)	Nacional	AME1	En peligro crítico, CR
		AME2	En peligro, EN
		AME3	Vulnerable, VU
		AME4	Datos insuficientes, DD
Protección (PRO)	Nacional y autonómico	PRO1	En peligro, EN
		PRO2	Vulnerable, VU
		PRO3	Sensible a la alteración de su hábitat, SH
		PRO4	De interés especial, IE o de Atención preferente, AP
Endemicidad (END)	Península Ibérica	END1	Endemismo piceo-europeo
		END2	Endemismo cantábrico
		END3	Endemismo cántabro-pirenaico
		END4	Endemismo Península Ibérica
Rareza (RAR)	Picos de Europa	RAR1	0-4 poblaciones en Picos
		RAR2	5-9 poblaciones en Picos
		RAR3	10-14 poblaciones en Picos
		RAR4	15 o más poblaciones en Picos

Los trabajos de cartografía de flora amenazada y de comunidades vegetales del Parque a escala 1:10.000 se han realizado de forma conjunta por un equipo de 22 botánicos profesionales pertenecientes a las Universidades de Oviedo, León y Cantabria, coordinados por el Jardín Botánico Atlántico y con apoyo del personal del Parque Nacional (Acedo *et al.* 2008, Alonso *et al.* 2009, Alonso *et al.* 2010, Mora 2010). Los trabajos de actualización del Catálogo Florístico han sido realizados por el Jardín Botánico Atlántico de Gijón (Alonso *et al.* 2007, 2008 y 2011).

TABLA 3. Objetivos de la Fase II (2009-2012) del Programa de Conservación de la Flora Vascul ar del Parque Nacional de los Picos de Europa

Catálogo florístico

- Publicación del Catálogo Florístico del Parque Nacional
- Elaboración de una Flora Ilustrada del P.N.
- Plan de prospecciones y herborización en zonas menos estudiadas del Parque Nacional

Flora amenazada

- Reevaluación del listado de especies a proteger y de los niveles de prioridad, a la luz de la información recopilada durante el proyecto de cartografía
- Completar los trabajos de cartografía de poblaciones amenazadas
- Edición de un libro sobre flora amenazada del Parque Nacional Picos de Europa
- Edición de material divulgativo (folletos y posters) sobre Flora Amenazada
- Implementación y desarrollo del seguimiento de poblaciones y áreas importantes
- Adopción de medidas de conservación en coordinación con las CC.AA
- Propuesta de inclusión de especies en los catálogos regionales y desarrollo de planes de protección
- Plan de recolección de germoplasma, germinación y cultivo de especies amenazadas. Los individuos producidos servirían tanto para la realización de estudios en condiciones controladas de las especies, como para reforzar las poblaciones naturales mediante reintroducciones
- Organización de un curso específico sobre flora amenazada del Parque Nacional

Mapas de vegetación

- Publicación de una guía didáctica sobre vegetación del P.N. Picos de Europa
 - Publicación científica sobre Vegetación del P.N.
 - Mapa de Síntesis de la Vegetación del Parque Nacional a escala 1:50.000
 - Publicación Mapas de Vegetación del P.N. Picos de Europa
 - Publicación material divulgativo (folletos y posters) sobre Vegetación del Parque Nacional
 - Implementación de un seguimiento de comunidades vegetales de especial importancia
-

Resultados

CATÁLOGO FLORÍSTICO

Desde el primer catálogo que se elaboró en 2003 a partir de citas bibliográficas, en el que se citaban 1.486 taxones, se ha ido completando el listado, tanto con la adición de nuevas citas bibliográficas como con sucesivas campañas de herborización, habiéndose llegado en 2010, pocos meses antes de la publicación del Catálogo, a la cifra de 1.750 taxones (tabla 4), lo que supondría un 21% del total de la flora vascular española (siguiendo el cálculo de Blanco (1988), que eleva a 8.300 el número de taxones españoles).

TABLA. 4. La flora vascular de Picos de Europa en cifras

Nº total taxones (especies y subespecies)	1.750
Pteridófitos	70 (4%)
Gimnospermas	8 (0,46 %)
Angiospermas	
Dicotiledóneas	1.290 (73,71 %)
Monocotiledóneas	382 (21,83 %)
Nº de familias	125
Nº de géneros	594
Nº de taxones a nivel de especie	1.471

TABLA 5. Espectro corológico de la flora picoeuropeana. Se representan el número de taxones y el porcentaje sobre el total representados en cada uno de los elementos corológicos

Corotipos	Taxones	% Total	Corotipos	Taxones	% Total
Eurosiberianas	501	28,63%	Mediterráneas	227	12,97%
Eurosiberianas	465	26,57%	Mediterráneas	220	12,57%
Submediterráneas	36	2,06%	Ibero-Norteafricanas	7	0,40%
Plurirregionales	373	21,31%	Orófitas	118	6,74%
Plurirregionales	286	16,34%	Alpinas	115	6,57%
Subcosmopolitas	38	2,17%	Montañas	3	0,17%
Europeas	37	2,11%	Boreoalpinas	103	5,89%
Eurasiáticas	11	0,63%	Boreoalpinas	86	4,91%
Holárticas	1	0,06%	Circumboreales	17	0,97%
Endémicas	256	14,63%	Atlánticas	90	5,14%
Península Ibérica	89	5,09%	Cultivadas/Introducidas	80	4,57%
Cantábricas	86	4,91%	Cultivadas	49	2,80%
Pirenaico-Cantábricas	73	4,17%	Introducidas	31	1,77%
Picoeuropeanas	8	0,46%	Otras	2	0,11%

En cuanto al espectro corológico de la flora vascular de Picos de Europa (tabla 5) destacan el componente mediterráneo, que asciende a un 13% del total y el elemento endémico, casi un 15% del total de los taxones. El número de endemismos estrictamente picoeuropeanos es muy pequeño, tan sólo 8 taxones, pero no así el número de endemismos cantábricos (86) y pirenaico-cantábricos (73), lo cual reafirma la necesidad del estudio de este territorio en un marco biogeográfico más amplio.

Aplicando la misma metodología empleada en el Atlas de Flora Amenazada (del Valle *et al.* 2003) para seleccionar las áreas importantes para la flora amenazada española, basada en las categorías UICN de las especies presentes en cada territorio (se asignan los siguientes valores: En Peligro Crítico=9; En Peligro=3; Vulnerable=1; las puntuaciones se doblan en el caso de ser la especie endémica), obtenemos un valor para el área de Picos de Europa de 62 (tabla 6), lo que la sitúa en la categoría de “Área excepcional para la flora”, con 25 especies amenazadas, 9 de ellas endémicas. Esta metodología utiliza una combinación del número de taxones incluidos en la Lista Roja, su grado de amenaza y su endemidad, para seleccionar las áreas importantes para la flora amenazada española. En total, se obtuvieron para España 128 áreas importantes para la flora, divididas en cuatro categorías, que en orden de importancia creciente son: 39 Áreas interesantes, 39 Áreas importantes, 29 Áreas muy importantes, y 30 Áreas excepcionales. Picos de Europa sería el área nº 21 en orden de importancia de las Áreas Excepcionales. En esta misma categoría se incluyen lugares florísticos tan emblemáticos como Sierra Nevada o Garajonay. El valor máximo de esta clasificación es de 229 puntos y corresponde a la Punta de Anaga en Tenerife, con 25 especies amenazadas, 22 de ellas endémicas.

TABLA 6. Taxones presentes en el P.N. Picos de Europa incluidos en la Lista Roja (Moreno 2008). Las especies endémicas se señalan con un asterisco (*).

Taxón	Categoría UICN	Valor
<i>Alchemilla sierrae</i> Romo	DD (*)	0
<i>Alchemilla subalpina</i> S.E. Fröhner	DD (*)	0
<i>Androsace cantabrica</i> (Losa & P. Mont.) Kress	EN (*)	6
<i>Aster pyrenaeus</i> Desf. ex DC.	VU (*)	2
<i>Astragalus danicus</i> Retz.	LC	0
<i>Bartsia spicata</i> Ramond	VU (*)	2
<i>Callitriche palustris</i> L.	EN	3
<i>Callitriche platycarpa</i> Kütz.	DD	0
<i>Campanula latifolia</i> L.	VU	1
<i>Carex diandra</i> Schrank	EN	3
<i>Carex foetida</i> All. (= <i>Carex parviflora</i> Host)	VU	1
<i>Carex hostiana</i> DC.	VU	1
<i>Culcita macrocarpa</i> C.Presl	EN	3
<i>Dactylorhiza insularis</i> (Sommier) Landwehr	LC	0
<i>Dactylorhiza sulphurea</i> subsp. <i>sulphurea</i> (Link) Franco	LC	0
<i>Dryopteris aemula</i> (Aiton) Kuntze	VU	1
<i>Dryopteris corleyi</i> Fraser-Jenk.	LC (*)	0
<i>Eleocharis mamillata</i> subsp. <i>austriaca</i> (Hayec) Strandh	CR	9
<i>Equisetum sylvaticum</i> L.	VU	1
<i>Gymnadenia odoratissima</i> (L.) Rich.	DD	0
<i>Hymenophyllum tunbrigense</i> (L.) Sm.	VU	1
<i>Juncus balticus</i> subsp. <i>cantabricus</i> (T.E. Díaz, Fern.-Carv. & Fern. Prieto) Snogerup	EN (*)	6
<i>Lathyrus bauhiniini</i> Genty	LC	0
<i>Narcissus pallidiflorus</i> Pugsley	NT	0
<i>Nigritella gabasiana</i> Teppner & E. Klein	LC	0
<i>Odontites asturicus</i> (M. Laínz) M. Laínz	EN (*)	6
<i>Orobanche lycoctoni</i> Rhiner	EN	3
<i>Orobanche reticulata</i> Wallr.	VU	1
<i>Orobanche teucrii</i> Holandre	LC	0
<i>Potentilla fruticosa</i> L.	VU	1
<i>Salix breviserrata</i> subsp. <i>fontqueri</i> T.E. Díaz, Fern.Prieto & Nava	VU (*)	2
<i>Salix hastata</i> subsp. <i>picoeuropeana</i> (M.Laínz) T.E. Díaz, Fern.Prieto & Nava	VU (*)	2
<i>Saxifraga aretiodes</i> subsp. <i>felineri</i> (Vargas) Nava & Fern. Casado	VU (*)	2
<i>Soldanella alpina</i> subsp. <i>cantabrica</i> Kress	VU (*)	2
<i>Sorbus hybrida</i> L.	VU	1
<i>Spergula viscosa</i> subsp. <i>viscosa</i> Lag	VU	1
<i>Thlaspi occitanum</i> Jord. (= <i>T. brachypetalum</i> Jord.)	DD	0
<i>Vandenboschia speciosa</i> (Willd.) Kunkel	VU	1
	Valor total zona	62

LISTA DE ESPECIES DE INTERÉS DEL PARQUE NACIONAL

En 2009, se obtuvo una Lista revisada de especies de interés del Parque Nacional, que integró una selección de 110 especies, divididas en tres clases de prioridad (Clase 1: 19 especies; Clase 2: 38 especies, y Clase 3: 63 especies). Esta lista ha sido utilizada a partir de entonces para definir las prioridades de conservación de flora vascular en el Parque Nacional.

CARTOGRAFÍA DE POBLACIONES Y SEGUIMIENTO DEMOGRÁFICO DE FLORA DE INTERÉS DEL PARQUE

Entre 2006 y 2008 se cartografiaron poblaciones pertenecientes a 39 taxones, los incluidos en los rangos de prioridad 1 y 2 de la Lista de Especies de Interés elaborada en 2004 (Mora, 2006). Tras la revisión de dicha lista en 2009, se seleccionó un segundo grupo de 7 especies, cuyas poblaciones se cartografiaron, elevándose a 46 el número de taxones cartografiados.

Por otra parte, son cuatro los taxones de los cuales se han realizado seguimientos demográficos. Para *Aster pyrenaeus*, se efectuaron este tipo de muestreos desde 2001 hasta 2006 (Jiménez-Alfaro, 2008). Por parte del personal del Parque Nacional, se han efectuado seguimientos demográficos sobre tres poblaciones de *Oxytropis foucadii*, *Campanula latifolia* y *Potentilla fruticosa*, desde 2005 hasta 2010 (Mora, 2009 y 2010).

La población de *Aster pyrenaeus* estudiada muestra una tendencia estable y se situaría tras el análisis según los criterios demográficos de la UICN en la categoría de “Casi amenazada”. No se recomiendan medidas específicas para esta población, excepto el tratar de mantener las condiciones ambientales reinantes en los últimos años (Iriondo *et al.* 2009).

Durante los trabajos de cartografía de flora amenazada y la primera fase del mapa de vegetación a escala 1:10.000 (2006-2008), se han descubierto nuevas poblaciones en el Parque de *Oxytropis foucadii*, *Campanula latifolia* y *Salix hastata* y se citan por primera vez en el Parque *Equisetum sylvaticum*, *Artemisia umbelliformis* y *Epipactis palustris*.

CARTOGRAFÍA DE VEGETACIÓN A ESCALA 1:10.000

La entrega de la última parte que completa la cartografía de vegetación del Parque Nacional a escala 1:10.000 se efectuó el 31 de octubre de 2010.

La cartografía de detalle de la vegetación del Parque Nacional ha tenido una duración total de 5 años y ha requerido la participación de 22 botánicos profesionales (Acedo *et al.* 2008; Alonso *et al.* 2010). Se trata de una herramienta básica, cuyas principales aplicaciones serán:

- Localización exacta de hábitats de interés, de cara a su estudio o protección.
- Determinación de los cambios paisajísticos producidos en la historia reciente.
- Posibilidad de análisis ecológicos espaciales del paisaje.

Bibliografía

- ACEDO, C., ALONSO, J. I., ÁLVAREZ, A., ARGÜELLES, I., BEDIA, J., BUENO, A., BUSQUET, J., CABAÑAS, S., CIRES, E., DEL RÍO, S., DÍAZ, T.E., FERNÁNDEZ, A., FERNÁNDEZ, J. A., FRANCÉS, E., GONZÁLEZ, L., GONZÁLEZ, S., HERRERO, L., JIMÉNEZ-ALFARO, B., LLAMAS, F., MARTÍNEZ, R., PENAS, A., PÉREZ, R., ROSADO, M., VALDERRÁBANO, J. 2008. *Asistencia técnica y consultoría para el desarrollo y cartografía de flora amenazada y Fase I del Mapa de Vegetación 1:10.000 del Parque Nacional de los Picos de Europa*. Informe inédito, Organismo Autónomo Parques Nacionales.
- ALONSO, J. I., BUENO, A., CIRES, E., FERNÁNDEZ, A., FERNÁNDEZ, J. A., GONZÁLEZ, S., NAVA, H. S. 2007. *Avances en el catálogo florístico del Parque Nacional Picos de Europa*. Informe inédito, Organismo Autónomo Parques Nacionales.
- ALONSO, J. I., ÁLVAREZ, M. A., BUENO, A., CIRES, E., FERNÁNDEZ, A., FERNÁNDEZ, J. A., GONZÁLEZ, S., NAVA, H. S. 2008. *Actualización del catálogo florístico del Parque Nacional Picos de Europa*. Informe inédito, Organismo Autónomo Parques Nacionales.
- ALONSO, J. I., ÁLVAREZ, M. A., BUENO, A., DÍAZ, T. E., FERNÁNDEZ, A., FOIS, M., GARCÍA, A. I., JIMÉNEZ-ALFARO, B., MARCENÓ, C., SANZO, I. 2009. *Cartografía de 10 nuevas poblaciones de flora amenazada*. Informe inédito, Organismo Autónomo Parques Nacionales.
- ALONSO, J. I., ÁLVAREZ, A., ARGÜELLES, I., BEDIA, J., BUENO, A., BUSQUET, J., CABAÑAS, S., DEL RÍO, S., DÍAZ, T. E., FERNÁNDEZ, A., FERNÁNDEZ, J.A., FRANCÉS, E., GONZÁLEZ, L., HERRERO, L., JIMÉNEZ-ALFARO, B., MARTÍNEZ, R., PENAS, A., PÉREZ, R., VALDERRÁBANO, J. 2010. *Asistencia técnica para el desarrollo de la Fase II del Mapa de Vegetación 1:10.000 del Parque Nacional de los Picos de Europa*. Informe inédito, Organismo Autónomo Parques Nacionales.
- ALONSO, J. I., GONZÁLEZ, S., FERNÁNDEZ, A., SANZO, I., MORA, A., BUENO, A. & DÍAZ, T. E. 2011. Catálogo florístico del Parque Nacional Picos de Europa. *Doc. Jardín Botánico Atlántico* 8.
- Bañares, A., Blanca, G., Güemes, J., Moreno, J.C. & Ortiz, S. (eds.) 2003. *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Madrid. 1.072 pp.
- BLANCO, E. 1988. Nuestra flora en peligro. *Vida Silvestre* 63: 2-13.
- BUENO, A., ALONSO, J. I., FERNÁNDEZ, J. A., JIMÉNEZ-ALFARO, B., NAVA, H., MORA, A. & GONZÁLEZ, S. 2005. Programa de conservación de la flora vascular del Parque Nacional de los Picos de Europa (España). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse* 141-2: 209-213.
- BUENO, A., JIMÉNEZ-ALFARO, B., MORA, A. 2009. *Lista de especies de interés del Parque Nacional de los Picos de Europa*. Informe inédito, Parque Nacional de los Picos de Europa-Jardín Botánico Atlántico.
- DEL VALLE, E., MALDONADO, J. & SAÍNZ, H. 2003. Áreas importantes para la flora amenazada española. En Bañares, A., Blanca, G., Güemes, J., Moreno, J.C. & Ortiz, S. (eds.) 2003. *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Madrid, 1.072 pp.
- IRIONDO, J. M., ALBERT, M. J., GIMÉNEZ, L., DOMÍNGUEZ, F. & ESCUDERO, A. (eds.) 2009. *Poblaciones en peligro: Viabilidad demográfica de la flora vascular amenazada de España*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Madrid, 242 pp.
- JIMÉNEZ-ALFARO, B. 2008. *Biología de la conservación de plantas vasculares en la Cordillera Cantábrica. Prioridades y casos de estudio*. Tesis Doctoral, Universidad de Oviedo.
- MORA, A. 2006. *Manual de flora amenazada del Parque Nacional de los Picos de Europa*. Parque Nacional Picos de Europa. Gijón.
- MORA, A. 2009. *Seguimiento demográfico de tres especies de flora amenazada (Campanula latifolia, L., Oxytropis foucaidii, Gillot y Potentilla fruticosa, L.) en el Parque Nacional de los Picos de Europa*. Informe inédito, Parque Nacional Picos de Europa.

- MORA, A. 2010. *Seguimiento demográfico de tres especies de flora amenazada (Campanula latifolia, L., Oxytropis foucadii, Gillet y Potentilla fruticosa, L.) en el Parque Nacional de los Picos de Europa*. Informe inédito, Parque Nacional Picos de Europa.
- MORA, A. 2010. *Cartografía de 4 poblaciones de flora amenazada*. Informe inédito, Parque Nacional Picos de Europa.
- MORENO, J. C. (coord.) 2008. *Lista Roja 2008 de la flora vascular española*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal y Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas, Madrid, 86 pp.
- NAVA, H. S. 1988. Flora y vegetación orófila de los Picos de Europa. *Ruizia* 6. Monografías del Real Jardín Botánico de Madrid.
- RIVAS MARTÍNEZ, S., DÍAZ, T. E., FERNÁNDEZ, J. A., LOIDI, J., & PENAS, A. 1984. *La vegetación de la alta montaña cantábrica. Los Picos de Europa*. Ed. Leonesas, León.
- VALADON, A. 2003. Le plan d'action Flore Vasculaire du Parc National des Pyrénées: Stratégie, méthodes et premiers résultats. *Acta Bot. Barcin.* 49 : 127-146.

Disposiciones legales

- Decreto 120/2008, de 4 de diciembre, por el que se regula el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Cantabria. *BOC*, nº 249, de 26 de diciembre de 2008.
- Decreto 63/2007, de 14 de junio, por el que se crean el Catálogo de Flora Protegida de Castilla y León y la figura de protección denominada Microrreserva de Flora. *BOCYL*, nº 119, de 20 de junio de 2007.
- Decreto 65/1995, de 27 de abril, por el que se crea el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de flora del Principado de Asturias y se dictan normas para su protección. *BOPA*, de 5 de junio de 1995.

Estat actual del coneixement de la flora i els hàbitats CORINE del Parc Natural Comunal de les Valls del Comapedrosa (Andorra)

Jordi Nicolau Vila¹

.....

ABSTRACT

Current knowledge of the plants and the habitats of the Valleys of Comapedrosa Communal Natural Park (Andorra, Pyrenees)

The Valleys of Comapedrosa Communal Natural Park is located in the parish of la Massana (Andorra), and was declared in 2006. The protected area is 1,542,6 hectares, and includes the highest peak in the country: the Comapedrosa (2.942 m). The catalogue of the vascular plants of the Park consists of 714 taxa, 79 of which are threatened at a national level. The Park protects 14 habitat types of European Interest, 1 of which is considered as a priority habitat type, and several habitats with high values of the indices Global Value of Interest (GVI) and Global Value of Interest with potential Threat coefficient (GVIT). Recently, the management team of the park has started the monitoring of the habitats and species of interest, among other actions.

Key words: biological conservation, monitoring, high mountain, Pyrenees

RESUM

El Parc Natural Comunal de les Valls del Comapedrosa, espai protegit situat a la parròquia de la Massana (Andorra), fou declarat l'any 2006. Té una superfície de 1.542,6 hectàrees i inclou el cim més elevat del país: el Comapedrosa (2.942 m). El catàleg de la flora vascular del Parc consta de 714 tàxons, 79 dels quals es consideren amb un status de conservació desfavorable a escala nacional. En referència als hàbitats, al Parc s'han cartografiat 14 Hàbitats d'Interès Comunitari, un dels quals es considera de conservació prioritària, i se n'han detectat diversos, tant a l'interior com a la perifèria immediata de l'àrea protegida, amb valors molt elevats dels índexs Valor Global d'Interès (VGI) i Valor Global d'Interès amb coeficient d'Amenaça (VGIA). Darrerament, l'òrgan gestor del parc natural ha iniciat, entre altres actuacions, el seguiment d'hàbitats i espècie florístiques d'interès.

Mots clau: conservació biològica, monitoratge, alta muntanya, Pirineus

1. BIOCOM (Biologia i Comunicació) SL. Òrgan gestor del Parc Natural Comunal de les Valls del Comapedrosa. biocom@andorra.ad

Introducció

Aquest treball pretén, tot aprofitant la realització del IX Col·loqui Internacional de Botànica pirenaico-cantàbrica en terres andorranes, oferir una breu introducció a la flora i els hàbitats del Parc Natural més gran del país: el Parc Natural Comunal de les Valls del Comapedrosa.

La capçalera de la vall d'Arinsal ha estat, des d'anys ençà, una àrea freqüentment visitada pels afeccionats a la natura. Això és resultat, entre altres factors, de la bellesa i l'espectacularitat d'aquest racó d'Andorra i, sobretot, de la presència del cim més elevat del país: el Comapedrosa (2.942 m). Conscient de l'interès que desperta aquest racó pirinenc, el Comú de la Massana encarregà, l'any 2001, la realització d'un estudi de viabilitat i orientació estratègica per a la creació d'un espai natural protegit en aquesta àrea. Els resultats de l'estudi van permetre concloure que la creació d'un espai natural protegit era justificada i viable, i

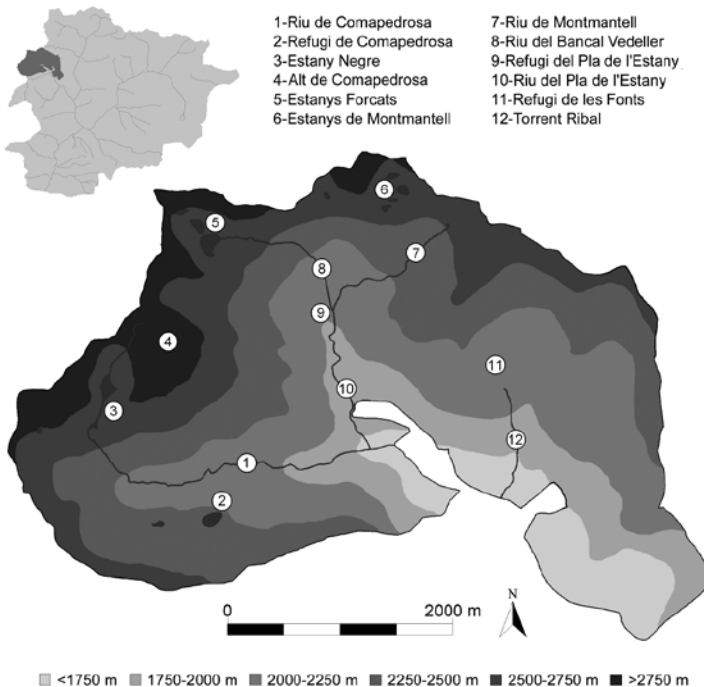


FIGURA 1. Situació del Parc Natural Comunal de les Valls del Comapedrosa en el Principat d'Andorra, representació altitudinal esquemàtica i principals topònims.

establia les bases per a una ordenació racional de l'ús dels recursos. Tot això es traduí, després d'una primera designació legal que ja protegia bona part de l'àrea (BOPA -Butlletí Oficial del Principat d'Andorra- núm. 91, any 15, de 24 de desembre del 2003), en la declaració, l'estiu del 2006, del Parc Natural Comunal de les Valls del Comapedrosa (BOPA núm. 62, any 18, de 9 d'agost del 2006).

La finalitat del Parc Natural Comunal de les Valls del Comapedrosa, definida en les fases preliminars de l'elaboració del Pla Rector, parcialment publicat al BOPA núm. 2, any 20, de 2 de gener del 2008, és protegir, conservar i millorar els valors patrimonials de l'espai, a fi que les generacions actuals i futures en puguin gaudir, i promoure la recerca, l'educació ambiental i l'ús públic de forma sostenible, amb respecte a les activitats tradicionals.

L'espai protegit (fig. 1) té una superfície de 1.542,6 hectàrees, que corresponen a terrenys del Comú de la Massana i del Quart d'Arinsal. Els sòls més àmpliament distribuïts són els litosòls silícis i els rànkers silícis, però a l'extrem sud hi ha sòls bruns, rendzines calcàries i litosòls calcaris (Laberche *et al.* 1989). La major part del parc equival al domini morfoestructural de les roques metamòrfiques amb fracturació intensa (IEA 2005), i destaquen les variades formes originades pel modelatge glacial. Entre aquestes darreres es compten, per exemple, fins a sis nuclis d'estanys glacials, que corresponen a una bona part dels elements lacustres de la meitat occidental d'Andorra i, alhora, són els més elevats del país. Per més informació sobre les característiques bàsiques de l'espai protegit, consulteu Dalmau & Nicolau (2006) i Nicolau & Baró (2009).

La flora del parc

L'estat actual de coneixement dels briòfits, fongs i líquens del parc natural és força deficient i, en conseqüència, no és possible realitzar una aproximació a la seva composició i diversitat. Únicament esmentar que, per exemple i en referència als fongs, les dades bibliogràfiques disponibles (Niell *et al.*, 2008), així com les prospeccions específiques iniciades l'any 2009 en col·laboració amb el CENMA (Centre d'Estudis de la Neu i la Muntanya d'Andorra) de l'Institut d'Estudis Andorrans, ja han permès detectar la presència de 140 tàxons (Nicolau 2010).

Pel que fa a la flora vascular, la primera aproximació al catàleg florístic de l'àrea del Comapedrosa, que inclogué el parc natural i àrees adjacents (Pedrol 2002), llistà, tenint en compte els tàxons de presència segura i els de presència probable, un total de 629 tàxons. L'any 2005, amb l'objectiu de millorar el coneixement sobre aquest grup biològic, es realitzà el catàleg de la flora vascular de la meitat oest del parc natural (Carrillo *et al.* 2005), i l'any 2007 el de la meitat est (Carrillo *et al.* 2007). Aquest treball es basà en la recopilació de citacions bibliogràfiques i la realització d'aixecaments d'inventaris fitosociològics, entre altres metodologies. En total, en tot l'espai protegit es catalogaren 699 tàxons, alguns d'ells per primera vegada a Andorra (*Hieracium valirense*, *Hieracium visco-*

sum, *Arrhenatherum elatius* subsp. *sardoum*, *Agrostis canina* subsp. *canina* i *Carex disticha*). A més, prospeccions florístiques posteriors, la majoria en col·laboració amb l'equip tècnic del Parc Natural de la Vall de Sorteny, han permès ampliar el catàleg florístic del parc fins als 714 tàxons. Entre tots aquests se n'inclouen un total de 79 amb un estatus de conservació desfavorable segons la Llista Vermella de la flora vascular d'Andorra (Carrillo *et al.* 2008; taules 1 i 2).

TAULA 1. Nombre de tàxons detectats al Parc Natural Comunal de les Valls del Comapedrosa que s'inclouen en les diferents categories de la Llista Vermella de la flora d'Andorra (Carrillo *et al.* 2008).

Categoria IUCN	Tàxons
CR (<i>Critically endangered</i>)	2
EN (<i>Endangered</i>)	6
VU (<i>Vulnerable</i>)	26
NT (<i>Near Threatened</i>)	14
LC (<i>Least Concern</i>)	22
DD (<i>Data deficient</i>)	9
Total	79

TAULA 2. Tàxons detectats al Parc Natural Comunal de les Valls del Comapedrosa que s'inclouen en les categories CR (*Critically endangered*) i EN (*Endangered*) de la Llista Vermella de la flora d'Andorra (Carrillo *et al.* 2008).

CR (<i>Critically endangered</i>)
<i>Carex depressa</i> Link subsp. <i>basilaris</i> (Jord.) Kerguélen
<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.
EN (<i>Endangered</i>)
<i>Carex sylvatica</i> Huds. subsp. <i>sylvatica</i>
<i>Cephalanthera rubra</i> (L.) L.C.M. Richard
<i>Galium rotundifolium</i> L.
<i>Galium uliginosum</i> L.
<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce
<i>Veronica urticifolia</i> Jacq.

Els hàbitats del parc

Al parc s'han cartografiat 14 Hàbitats d'Interès Comunitari (Ninot *et al.* 2003), un dels quals es considera de conservació prioritària a Europa (les pinedes de pi negre sobre substrat calcari). Els hàbitats amb els valors més elevats de l'índex de Valor Global d'Interès (VGI>3,2), detectats a l'interior o a la perifèria

immediata de l'àrea protegida, són els següents: matollars baixos o postrats amb *Dryas octopetala*, etc. d'obacs calcaris ben innivats de l'alta muntanya; prats amb sudorn (*Festuca spadiacea*) calcícoles i xeròfils de vessants solells de l'estatge subalpí; congesteres de terrenys calcaris de l'estatge alpí; prats de *Carex curvula* acidòfils de l'estatge alpí; prats de *Kobresia myosuroides* calcícoles de l'estatge alpí; i bedollar de *Betula pubescens*, amb sotabosc de megafòrbies, dels estatsges altimontà i subalpí (Ninot et al. 2003). Altres hàbitats d'interès, amb uns valors de l'índex VGI també molt elevats ($2,8 < \text{VGI} < 3,2$) són els estanys d'alta muntanya i els matollars nans de nabius acidòfils. Pel que fa als valors de l'índex Valor Global d'Interès amb coeficient d'Amenaça (VGIA), els més alts ($\text{VGIA} > 3,2$) recauen en els estanys d'alta muntanya i els prats de *Carex curvula*. També presenten uns valors de l'índex VGIA molt elevats ($2,8 < \text{VGIA} < 3,2$) els matollars nans de nabius acidòfils de l'alta muntanya, els gespets de *Festuca eskia* i els prats de *Festuca airoides* (Ninot et al. 2003).

Altres actuacions

Pel que fa a altres actuacions executades per l'òrgan gestor del parc natural en referència a la flora i els hàbitats, convé esmentar la realització de l'inventari dels arbres i les arbredes singulars del parc (Orgué 2007), la publicació del fulletó divulgatiu "On observar flora al Parc Natural Comunal de les Valls del Comapedrosa", i l'inici de les actuacions de seguiment d'hàbitats i espècies florístiques d'interès. En aquesta darrera actuació s'inclou, per exemple, la realització periòdica de comptatges, al llarg de transectes preestablerts, de tàxons com *Lilium pyrenaicum*, *Cerastium latifolium* subsp. *pyrenaicum*, *Viola cenisia* subsp. *lapeyrousiana*, etc. o el monitoratge d'un bedollar de *Betula pubescens* amb sotabosc de megafòrbies, dels estatsges altimontà i subalpí.

Bibliografia

- CARRILLO, E., CARRERAS, J., FERRÉ, A., MERCADÉ, A., MARCH, S. & SALVAT, A. 2005. *Catàleg de la flora vascular (Pteridophyta i Spermatophyta) de la part oest del Parc Natural de les Valls del Comapedrosa*. Comú de la Massana i Grup de Recerca de Geobotànica i Cartografia de la Vegetació de la Universitat de Barcelona. Informe inèdit.
- CARRILLO, E., CARRERAS, J., FERRÉ, A., MERCADÉ, A., MARCH, S. & SALVAT, A. 2007. *Catàleg de la flora vascular (Pteridophyta i Spermatophyta) de la part est del Parc Natural Comunal de les valls del Comapedrosa (i del Parc sender)*. Comú de la Massana i Grup de Recerca de Geobotànica i Cartografia de la Vegetació de la Universitat de Barcelona. Informe inèdit.
- CARRILLO, E., MERCADÉ, A., NINOT, J. M., CARRERAS, J., FERRÉ, A., & FONT, X. 2008. *Check-list i Llista Vermella de la flora d'Andorra*. Centre d'estudis de la neu i de la muntanya d'Andorra (CEN-MA) de l'Institut d'Estudis Andorrans (EIA) i Ministeri d'Ordenament Territorial, Urbanisme i Medi Ambient, Andorra la Vella.
- DALMAU, J. & NICOLAU, J. 2006. *Guia de visita. Parc Natural Comunal - Valls del Comapedrosa*. Comú de la Massana. 136 pp.

- IEA (Institut d'Estudis Andorrans) 2005. Mapa geomorfològica d'Andorra. Escala 1:50.000. Format digital. Centre de Recerca en Ciències de la Terra (CRECIT) de l'Institut d'Estudis Andorrans i Euroconsult S.A.
- LABERCHE M. & LABERCHE J. C. 1989. Mapa pedològic de les Valls d'Andorra. Esc. 1:50.000. Format digital. Centre de Perpinyà de l'Institut d'Estudis Andorrans.
- NICOLAU, J. 2010. *Llistat preliminar dels fongs macromicets del Parc Natural Comunal de les Valls del Comapedrosa*. BIOCOM (Biologia i Comunicació) S.L. i Comú de la Massana. Informe inèdit.
- NICOLAU, J. & BARÓ, M. 2009. El Parc Natural Comunal de les Valls del Comapedrosa. Planificació i gestió d'un nou espai protegit al Principat d'Andorra. *Revista del CENMA* 3: 3-11..
- NIELL, M., RADUAN, G. & GIRBAL, J. 2008. *Els fongs d'Andorra*. Monografies del CENMA. CENMA (Centre d'Estudis de la Neu i la Muntanya d'Andorra) de l'Institut d'Estudis Andorrans.
- NINOT, J.M., CARRERAS, J., CARRILLO, E. & FERRÉ, A. 2003. *Mapa dels Hàbitats d'Andorra, escala 1:25.000*. Format digital. Centre de Biodiversitat de l'Institut d'Estudis Andorrans.
- ORGUÉ, S. 2007. *Arbres i arbredes singulars del Parc Natural Comunal de les Valls del Comapedrosa. Estiu-tardor 2007*. Comú de la Massana i BIOCOM (Biologia i Comunicació) SL. Informe inèdit.
- PEDROL, J. 2002. Catàleg florístic de plantes vasculares. In: Biocom (Biologia i Comunicació) S.L., *Estudi de viabilitat i orientació estratègica per a la creació d'un espai natural protegit a l'àrea del Coma Pedrosa (La Massana)*. Comú de la Massana. Informe inèdit.

Etnobotànica d'Andorra. Estudi preliminar

Manel Niell¹ & Antoni Agelet¹

ABSTRACT

Ethnobotanics of Andorra. A preliminary research

The results of 4 years in an ethnobotanical field research in Andorra are presented. We have interviewed 69 informants. Of these, 68.4% were women and 31.88% were men. Both had an average age of 78.5 years. We have documented 456 popular names that correspond to approximately 200 species; the names were used for single species or for a group of species. We have focused the research on the medicinal uses (human and animal medicine), and we have found 122 plants with these uses. About 58 species were used for human consumption and 29 for animal consumption. About 23 species were used for the elaboration of liquors and 6 to make non alcoholic drinks. We have also collected information on plants employed for recreational uses (13), for magical rituals (12), for elaboration of wood utensils (10) and for oral literature (8).

Key words: Pyrenees, uses of the plants, ethnomedicine

RESUM

Es presenten els resultats de 4 anys en la recerca etnobotànica a Andorra. S'han entrevistat 69 informants. D'aquests, el 68,4 % eren dones i el 31,88 % homes. L'edat mitjana era de 78,5 anys. S'han documentat 456 noms populars que corresponen a aproximadament 200 espècies; en alguns casos els noms eren emprats per a col·lectius d'espècies. L'estudi s'ha centrat en els usos medicinals (medicina humana i animal), dels quals s'han trobat referències de 122 plantes. Unes 58 espècies s'utilitzaven en l'alimentació humana i 29 en l'alimentació animal. Unes 23 espècies s'empraven per a l'elaboració de licors i 6 per a fer begudes no alcohòliques. També s'ha recollit informació sobre plantes emprades en usos lúdics (13), amb finalitat magicoritual (12), amb ús fuster i d'elaboració d'estrís (10) i en literatura oral (8).

Mots clau: Pirineus, usos dels vegetals, etnomedicina

1. Centre d'Estudis de la Neu i de la Muntanya de l'Institut d'Estudis Andorrans. Av. Rocafort 21-23, AD-600 Sant Julilà de Lòria, Andorra. mniell.cenma@iea.ad

Introducció

El Principat d'Andorra comprèn una extensió de 468 km² situats a les capçaleres i al tram mitjà del riu Valira i a la capçalera de l'Arieja. Té forts desnivells que van des dels 880 fins als 2.800 m d'altitud. Aquesta variabilitat altitudinal permet la formació de diferents microclimes que determinen una gran diversitat de formacions vegetals: boscos subalpins d'avets (*Abies alba*) i pi negre (*Pinus mugo*), boscos atlàntics de pi roig (*Pinus sylvestris*) i rouredes (*Quercus humilis* i *Q. petraea*). L'activitat econòmica tradicional agrosilvopastoral s'ha mantingut quasi inalterable fins fa quasi 50 anys, moment en què l'economia es decanta al sector serveis, centrada en el turisme i en el comerç. De la mateixa manera, la població de la societat andorrana ha estat dels voltants de les 5.000 persones, però a partir dels anys 60 del segle XX el nombre de persones ha anat incrementant fins a situar-se vora les 80.000 persones que hi viuen actualment (Ros, 2001), això ha comportat un canvi radical en les estructures de les poblacions i en els usos del medi.

L'estudi d'etnobotànic a Andorra es va iniciar el setembre del 2006. Aquest estudi amplia els coneixements sobre l'etnobotànica pirinenca que han dut a terme diversos autors, vegeu entre d'altres: Agelet (2008) al Pallars, Muntané (2002) a la Cerdanya, Rigat et al. (2006) a l'Alta vall del Ter, Villar et al. (1992) al Pirineu aragonès.

A Andorra s'han realitzat diverses recopilacions sobre l'ús dels vegetals emprats com a medicinals, vegeu entre d'altres el treball de Mas (1997) centrat a Sant Julià de Lòria o el llibre d'entrevistes a la gent gran d'Andorra de Garcia & Ronchera (2006) on es citen elements d'etnomedicina.

Objectius

L'objectiu bàsic de la recerca ha estat el recollir i documentar els coneixements i usos tradicionals dels vegetals en el marc de la societat tradicional andorrana, en qualsevol de les seves manifestacions possibles (cultura material i cultura no material). El focus d'interès prioritari han estat els vegetals emprats amb finalitat medicinal; la resta d'usos també han quedat inclosos en la recerca però sempre de manera col·lateral.

En una etapa posterior hi haurà la tasca de divulgar i difondre tot aquest patrimoni cultural recollit a través de les diverses estratègies de què actualment disposem (publicacions especialitzades, llibres, fulletons, internet...).

Metodologia

L'estudi de camp ha estat dissenyat amb l'objectiu d'abastar el màxim del territori andorrà per tal de tenir representades per igual totes les parròquies. La delimitació del territori ha seguit el límit administratiu de cada parròquia, atès que, a grans trets, aquests límits s'ajusten als fisiogràfics que delimiten el Valira i els seus afluents.

CARACTERÍSTIQUES DELS INFORMANTS I DE LES ENTREVISTES

Els informants implicats en la recerca han estat, en la seva majoria, gent d'edat avançada que ha viscut en la societat tradicional andorrana. S'ha tractat d'entrevistar gent amb diverses ocupacions per tal de poder fer un recull de dades el més extens possible i que reflecteixi, amb el màxim de fidelitat, el patrimoni etnobotànic andorrà (tant l'històric com actual). S'han entrevistat 69 persones repartides a totes les parròquies del país. D'aquestes, unes 22 eren homes (31,88%) i 47 dones (68,11%). L'edat mitjana dels informants és de 78,5 anys (fig. 1).

Les entrevistes segueixen un model d'entrevista semiestructurada, on, sobre un guió inicial, permetem que l'informant pugui explicar les seves vivències amb el mínim d'intervenció per part nostre i evitant sempre condicionar les respostes de la persona entrevistada. Les entrevistes han estat enregistrades i es conserven en l'arxiu documental del Centre d'Estudis de la Neu i de la Muntanya (CENMA).

Les espècies vegetals han estat identificades a través de dibuixos i fotografies de les guies de camp (Grey-Wilson & Blambey 1980 i Sutton 1992) i confirmades en sortides de camp o bé mitjançant plec d'herbari. Les mostres han estat dipositades en l'herbari d'etnobotànica del CENMA.

USOS DELS VEGETALS

Existeixen més de 24 usos tradicionals de plantes, segons la classificació d'Agelet (1999), parcialment basada en Serra i Boldú (1935). Per tal d'optimitzar la nostra feina, d'aquest conjunt d'usos s'ha fet una selecció i en prioritzem els següents:

- Usos medicinals
- Usos alimentaris
- Usos en licoreria
- Usos domèstics (vida familiar i vida social,...)
- Usos en literatura oral popular (creences, costums, rondalles, llegendes, dites, locucions...)

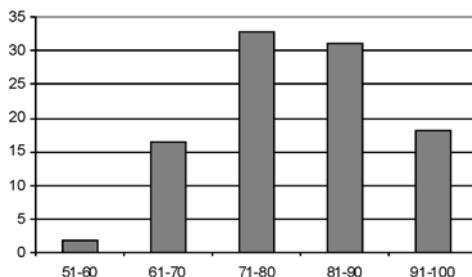


FIGURA 1. Interval de l'edat dels informants

La resta d'usos no han estat objectius prioritaris en la nostra recerca. Malgrat això també han estat recollits -quan han sorgit durant el treball de camp- i degudament incorporats a la nostra base de dades.

Resultats

S'han pogut identificar un total de 199 espècies amb valor etnobotànic. Per al total d'aquests 199 tàxons s'han recollit 456 noms populars.

Els nombre total d'usos recollits és de 23. Els més importants són els medicinals i els alimentaris (per a persones i animals) (taula 1).

TAULA 1. Taula dels usos recollits en valors absoluts d'espècies i en percentatges

Usos	Nombre	%
Medicinal	138	35,48
Alimentari animal**	29	7,46
Alimentari humà**	58	14,91
Licoreria	23	5,91
Aromatitzant*	23	5,91
Ornamental	20	5,14
Lúdic	13	3,34
Ritual màgic	12	3,08
Tòxic	9	2,31
Consuetudinari	9	2,31
Fuster	10	2,57
Beguda	6	1,54
Literatura oral	8	2,06
Domèstic	3	0,77
Apícola	3	0,77
Cinegètic/pesca	3	0,77
Fumable	3	0,77
Ramader	9	2,31
Tèxtil	2	0,51
Agrícola	2	0,51
Combustible	4	1,03
Detergent	1	0,26
Indicador fitosociològic	1	0,26
	389	100,00

*En aquest cas, anomenem aromatitzants aquelles plantes que s'utilitzen com a condiments de cuina.

** Inclou espècies silvestres i de cultiu.

Les principals malalties tractades són les relacionades amb l'aparell respiratori; vora l'11% del total de les plantes tenen activitat anticatarral, seguides de les antiàlgiques / antiinflamatòries (vora un 10 %), les digestives (vora el 9 %) i les antisèptiques (4,5%).

S'ha constatat un àmpli espectre de formes farmacèutiques. Hi predominen les tisanes, preparades fent una infusió o una decocció. També són molt habituals els cataplasmes i els emplastres: entre els més conegut hi tenim els d'alfals (*Medicago sativa* L.) i els de donzell (*Artemisia absinthium* L.); altres cataplasmes molt presents en la memòria històrica de les persones més grans són aquells en els que intervenia la llavor de col, la llavor de mostassa i el vinagre.

Una altra fórmula molt coneguda en són les maceracions en alcohol o en oli d'oliva. Entre les més emblemàtiques hi tenim, per exemple, la tintura d'arnica (*Arnica montana* L.) o l'oli de tèpals del lliri blanc (*Lilium candidum* L.). D'altres espècies serveixen per a fer xarops, com les pinyes d'abet (*Abies alba* Mill.) que es deixen macerar en sucre. També són molt usats els bafs d'espècies com el timó o l'eucaliptus (*Eucalyptus* sp.) o les flors de saüc (*Sambucus nigra* L.).

Les plantes que són més emprades són aquelles que a la vegada tenen aplicacions medicinals, alimentàries o com a condiments, com el timó (*Thymus vulgaris* L.), l'orenga (*Origanum vulgare* L.), la sajolida (*Satureja montana* L.) o bé aquelles plantes que són usuals a l'hort, com la ceba (*Allium cepa* L.) i la col (*Brassica oleracea* L.). És a destacar la importància de la salsafraja (*Peucedanum ostruthium* (L.) Koch) que és molt emprada a Andorra, però poc citada a la Cerdanya (Muntané 2002) i al Pallars (Agelet 1999, 2008).

Han aparegut en moltes entrevistes aquelles plantes alimentàries que es consumeixen en amanides, com la xicoia (*Taraxacum officinale* Weber i *T. dissectum* (Ledeb.) Ledeb.) o el coscoll (*Molopospermum peloponnesiacum* (L.) Koch), o com a verdures, com el sarro (*Chenopodium bonus-henricus* L.).

Com a espècies tòxiques conegudes per a tothom hi ha la tora (*Aconitum napellus* L.), el coneixement de la qual s'ha transmès de generacions com a conseqüència de les intoxicacions que ha originat en persones i animals.

S'han recollit algunes receptes de licoreria, bàsicament ratafies (només a Sant Julià de Lòria) i de patxaran, aquests darrers s'elaboren deixant macerar aranyons (*Prunus spinosa* L.) i, en ocasions, també s'hi afegeixen mores (*Rubus ulmifolius* L.).

Espècies usades com a farratge o per alimentar els animals hi podem trobar plantes com els llitsons (*Sonchus oleraceus* L.) o el borriçol (*Stellaria media* (L.) Vill.), emprats per diferents persones de diferents maneres.

Altres usos que s'han recollit ha estat el lúdic, com les espècies dels jocs infantils, com els colitjos (*Silene vulgaris* (Moench) Garcke), amb un calze globós que es feia petar entre a les mans.

Hi ha espècies emprades en la cultura popular, com el beç (*Betula pendula* Roth), que es feia servir en fusteria i que amb la seva escorça s'elaboraven les falles amb què els nens jugaven la nit de Sant Joan. Les falles eren fetes d'escorça de beç lligades a un pal de boix (*Buxus sempervirens* L.) i a la nit de Sant Joan els nens sortien agitant els bastons, deixant caure restes d'escorça cremant que il·luminaven el poble.

Pel que fa a la procedència de les plantes, vora dues terceres parts de les plantes amb algun tipus d'ús són silvestres, contra una quarta part que són cultivades a l'hort o provenen d'algun tipus de conreu (fig. 2). La majoria de les plantes aprofitades són d'espais oberts. Comparativament, les masses forestals forneixen pocs recursos.

De les espècies que són recollides de forma silvestre tenim que moltes tenen un origen forestal (vora un 30%) però que la resta pertanyen a ambients més o menys humanitzats (ruderals, conreus, prats i pastures,...) i es veuen afavorides per les activitats humanes (agricultura, ramaderia,...) o bé són plantes ruderals o nitròfiles (taula 2).

TAULA 2. Agrupació per ambients de les plantes silvestres emprades, en nombre d'espècies i en percentatge

Ambient	Nombre	%
forestal	38	29,69
herbassars (nitròfils, humits, megafòrbics)	26	20,31
prats	20	15,63
roquissars	14	10,94
matollars	7	5,47
ribera	6	4,69
ruderal	6	4,69
bardisses, vores de bosc	4	3,13
conreus	4	3,13
pastures	3	2,34
	128	100,00

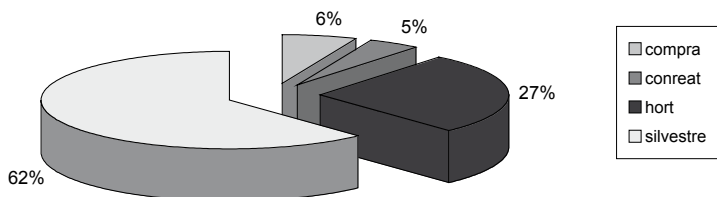


FIGURA 2. Percentatges de plantes emprades, segons el seu origen

Discussió general

Les espècies recollides, els seus noms populars com els usos i els tipus de fórmules farmacèutiques són molt similars als recollits en territoris de Catalunya propers del Pallars i la Cerdanya (Agelet 1999, Muntané 2002) malgrat algunes diferències notables, com l'ús diversificat de la salsafraga (*Peucedanum ostruthium* (L.) Koch.) com a digestiva. Aquest ús sembla ser comú també a territoris de l'Alt Urgell adjacents.

El nombre de plantes conegudes també és força inferior al que es coneix als territoris del Pallars o la Cerdanya comentats pels altres autors abans esmentats. Aquestes diferències poden ser degudes a una elevada pèrdua dels coneixements etnobotànics. Les causes d'aquesta pèrdua ens són desconegudes i només podem esbossar alguna idea: el canvi brusc de societat que es va produir a partir del anys 60 del segle passat (vegeu Ros, 2001). Pel que fa a l'ús de plantes medicinals, amb l'arribada de metges i farmàcies, van provocar que molta gent rebutgés o oblidés el coneixement tradicional.

Bibliografia

- AGELET, A. 1999. *Estudis d'etnobotànica farmacèutica al Pallars*. Tesi doctoral, Facultat de Farmàcia, Universitat de Barcelona.
- AGELET, A. 2008. *Plantes medicinals del Pallars*. Impremta Aubert, Olot.
- GARCIA, A. & RONCHERA, M. 2006. *Dones d'Andorra*. Crèdit Andorrà i Gala, Andorra la Vella.
- GREY-WILSON, C. & BLAMEY, M. 1980. *Guia de las flores alpinas de Europa*. Omega, Barcelona.
- MAS, D. 1997. *El llibre dels remeis*. Comú de Sant Julià de Lòria, Principat d'Andorra.
- MUNTANÉ, J. 2002. *Tresor de la saviesa popular de les Herbes, remeis i creences de Cerdanya del temps antic*. Institut d'Estudis Ceretans, Puigcerdà.
- RIGAT, M., GARNATJE, T. & VALLÈS, J. 2006. *Plantes i gent. Estudi etnobotànic de l'Alta Vall del Ter*. Centre d'Estudis Comarcals del Ripollès, Ripoll.
- ROS 2001. *Evolució, estructura i dinàmica demogràfica andorrana*. Govern d'Andorra. Monogràfics de geografia. Ministeri d'Educació, Joventut i Esports, Andorra la Vella.
- SERRA I BOLDÚ, V. 1935. *Arxiu de Tradicions Populars. Fascicles*. Edició facsímil (1992). J.J. de Olaneta, Palma de Mallorca.
- SUTTON, D. 1992. *Guia de campo de las flores silvestres*. Blume, Barcelona.
- VILLAR, L 1992. *Plantas medicinales del Pirineo aragonés y demás tierras oscenses*. Zona Ed. Instituto de Estudios Altoaragoneses & CSIC, Huesca.

Els fitotopònims d'Andorra

Manel Niell¹ & Luis Villar²

ABSTRACT

The plant place names of Andorra

As a part of an ethnobotanical study of Andorra, we have analysed the phytotoponyms, synphytotoponyms and the other place names referred to some of the uses of the soil related with the plants. The toponyms have been obtained from bibliographic works and the names are determined using Catalan or specific Catalan from Andorra dictionaries and with the interviews that we carried out during the field work. A total of 252 toponyms that are related to more than 60 plant species were studied. Among them, 114 refer to species and 138 to plant communities. In addition, 129 toponyms are referred to communities but no vegetal species is indicated. The most represented families are Rosaceae, with 8 species, Fabaceae, with 7 species, Poaceae, with 5 species, and 3 species belong to the Liliaceae and Cupressaceae. These phytotoponyms come mainly from an agro-silvo-pastoral way of life that was common until the last century in Andorra. If compared with other sectors of the Pyrenees, the amount of phytotoponyms is not too high, perhaps in relation with the abandonment of traditional activities.

Key words: ethnobotany, Pyrenees, toponyms, synphytotoponyms

RESUM

Com a part d'un estudi sobre l'etnobotànica d'Andorra, hem analitzat els fitotopònims, els sinfitotopònims i els topònims que fan referència a algun tipus d'ús del terreny en relació als vegetals. Els topònims han estat obtinguts de fonts bibliogràfiques i els noms han estat determinats a partir de diccionaris catalans o del parlar d'Andorra així com de les entrevistes de camp realitzades durant l'estudi etnobotànic. S'han recollit un total de 252 topònims que fan referència a més de 60 espècies vegetals, arbres, arbusts i herbes. D'aquests noms, 114 són espècies i 138 comunitats vegetals. Altres 129 topònims fan referència a comunitats sense identificar espècies. Les famílies més ben representades han estat les *Rosaceae*, amb 8 espècies, les *Fabaceae*, amb 7 espècies, seguida de les *Poaceae* amb 5 espècies; amb 3 espècies hi ha les *Liliaceae*, *Cupressaceae*. Bona part dels fitotopònims correspon al món agro-silvo-pastoral propi del Principat fins al segle passat i el nombre no massa alt si es compara amb altres sectors pirinencs potser indica l'abandó de les activitats tradicionals.

Mots clau: etnobotànica, Pirineus, sinfitotopònims, toponímia

1. Centre d'Estudis de la Neu i de la Muntanya (CENMA) de l'Institut d'Estudis Andorrans. Av. Rocafort, 21-23, Edifici Moli, 3r pis, AD-600 Sant Julià de Lòria, Andorra. mniell.cenma@iea.ad
2. Instituto Pirenaico de Ecología, IPE-CSIC. Apartado 64. E- 22700 Jaca (Huesca)

Introducció

Qualsevol agrupament humà ordena el medi físic que l'envolta en funció de les seves necessitats, que són producte de la seva biologia i de la seva tradició cultural. Aquesta ordenació implica anomenar les característiques fisiogràfiques, biològiques o singulars d'un paisatge per a què actuïn com punts de referència. Els topònims ens donen informació sobre les característiques del medi: clima, usos del sòl, tipus de vegetació en el passat, etcètera (Villar 2005). Malgrat que el concepte de topònim és dinàmic, en el sentit que la població els va canviant en funció de les seves necessitats i coneixements, també es poden trobar fitotopònims fòssils, que no han variat en molt de temps i que aporten informacions sobre el medi i com era gestionat en temps passats (Benítez *et al.* 2009).

Els topònims vegetals es classifiquen en dos tipus principals, els que fan referència a les espècies vegetals i els que fan referència a les agrupacions vegetals o sinfitotopònims (Ruiz de la Torre 1988).

A Andorra s'han fet diversos estudis concernents als topònims (vegeu entre altres Coromines 1970 i Anglada 1993) que han tractat l'origen i l'etimologia de molts dels topònims existents. En el present estudi analitzem vora 1.300 topònims que fan referència a espècies, comunitats vegetals i també hi hem inclòs aquells que fan referència a algun tipus d'ús del sòl relacionat amb les activitats econòmiques de la societat tradicional (agricultura, ramaderia i silvicultura).

Enquadrament geogràfic d'Andorra

El Principat d'Andorra es troba a la zona oriental axial de la cadena pirinenca. És configurat per valls encaixonades entre muntanyes de fort pendent que poden superar els 2.800 m d'altitud. L'eix vertebrador del país és el riu Valira, que drena al Segre i que configura la vall principal, i els rius Valira Nord i el Valira d'Orient. Ambdós rius s'uneixen a la parròquia d'Escaldes-Engordany per configurar el Gran Valira. Un petit territori drena en direcció França i es correspon amb la capçalera del riu de l'Arieja. Administrativament Andorra es divideix en 7 parròquies que, a grans trets, s'agrupen al voltant del Valira i els seus afluents. Al llarg del Valira Oriental hi ha Canillo i Encamp. Al llarg del Valira del Nord hi ha Ordino i la Massana. En l'aiguabarreig dels dos rius i la formació del Gran Valira hi ha Escaldes-Engordany, després Andorra la Vella i, al límit amb Catalunya, hi ha Sant Julià de Lòria.

Material i mètodes

S'ha efectuat l'anàlisi dels fitotopònims recollits en les obres de Adellach & Ganyet (1977), Gómez (1991) i el mapa "Muntanyes d'Andorra" (2003) per a tota Andorra. Els noms populars recollits, tant pel que fa a les espècies vegetals com

als usos del terreny han estat identificats amb els diccionaris de Riera (1992), Coromines (1989-1999), el diccionari Alcover-Moll català-valencià-balear (<http://dcvb.iecat.net/>), Enciclopèdia Catalana (<http://www.enciclopedia.cat/>), el diccionari Noms de plantes en línia del Termcat (Vallès *et al.* 2009), amb d'altres obres com la clàssica aportació florística de Losa & Montserrat (1950) i per les entrevistes a gent gran del país durant l'estudi d'etnobotànica que estem duent a terme paral·lelament (Niell & Agelet 2011).

Els topònims que hem recollit són aquells que fan referència a espècies, ja sigui en singular com en plural, els sinfitotopònims i també aquells topònims que, tot i que no impliquen espècies o comunitats d'espècies, fan referència als usos del medi, agrícoles, ramaders o silvícoles, en una societat amb una base econòmica fonamentalment agrosilvopastoral. Malgrat tot no hem inclòs en l'estudi els noms que descriuen el paisatge amb els termes genèrics "bosc" o "prat" a no ser que facin esment d'alguna planta o alguna comunitat de forma directa.

Hem recollit aquells topònims que provenen del català o del llatí, però hem obviat aquells topònims que provenen d'una arrel desconeguda o de significat dubtós. De la mateixa manera, ens ha resultat impossible distingir en molts casos si l'origen del topònim fa referència als vegetals o al medi o bé es tracta de gentilicis, derivats de noms de persona.

Resultats

El nombre de fitotopònims, sinfitònims o noms que fan referència a com són emprats els vegetals és de 1.302. D'aquests, els topònims on s'indica el nom d'una espècie vegetal, ja sigui de forma individual o com a comunitat és de 252. D'aquestes 114 fan referència a espècies concretes i 138 a comunitats. De la resta trobem: topònims de comunitats sense identificar cap planta: 129; topònims relacionats amb activitats agrícoles, ramaderes o silvícoles, sense identificar ni comunitat ni espècies de plantes: 460; topònims que fan referència als boscos: 198; topònims que fan referència als prats: 263.

Del conjunt dels topònims estudiats surten més de 60 espècies identificades almenys fins a nivell de gènere i hem recollit prop de 122 noms populars per a designar-les (taula 1). Les plantes que més han estat citades són les següents: ceba (*Allium cepa* L. tot i que pot designar altres espècies d'*Allium* silvestres no determinades i conegudes popularment com a ceba salvatge o all de serp o bé, com el cas de la vall d'Ordesa, es pot referir a *Asphodelus albus* Mill.) amb 17 topònims; auba (*Populus* i *Betula*) amb 15; alzina [*Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp.] 13; beç (*Betula pendula* Roth) 12; moixera (*Sorbus aucuparia* L.) 12; sisca (gramínia o ciperàcia sense identificar) 11; vinya (*Vitis vinifera* L.) 11; abarset (*Rhododendron ferrugineum* L.) 10; boix (*Buxus sempervirens* L.) 9; escoba [*Genista balansae* (Boiss.) Rouy subsp. *europaea* (G. López & Ch. E. Jarvis) O. Bolòs & Vigo] 8; pi (*Pinus* spp.) 8; roure (*Quercus* spp.) 8.

TAULA 1. Relació alfabètica de les espècies recollides i dels topònims corresponents

Espècie (nom científic)	Noms vernacles recollits en el topònim
<i>Abies alba</i> Mill.	Avetar, Avet
<i>Aconitum napellus</i> L.	Tora
<i>Allium cepa</i> L. i d'altres*	Cebes, Cebollera
<i>Allium sativum</i> L. i d'altres.*	Alls
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) Beauv.	Fromental
<i>Betula pendula</i> Roth	Beçoses, Beçolans, Becets, Beçolans, Becet, Bessets, Beç
<i>Buxus sempervirens</i> L.	Boix, Boixaders, Boixassa, Boixera, Boixosa
<i>Cannabis sativa</i> L.	Canimars
<i>Cedrus</i> spp.	Cedre
<i>Corylus avellana</i> L.	Avellaners, Avellanet
<i>Cucurbita pepo</i> L.	Carbassera
<i>Cynara cardunculus</i> L./ <i>Carlina vulgaris</i> L.	Cardameller, Cardes
<i>Festuca eskia</i> Ram.	Géspit
<i>Festuca paniculata</i> (L.) Schinz. & Thell.	Sodorn, Sedornet, Sudornar
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Fenoll
<i>Genista balansae</i> (Boiss.) Rouy subsp. europaea (G. López & Ch. E. Jarvis) O. Bolòs & Vigo	Ascobet, Escobar, Escobes, Escobet, Ginestar
<i>Genista scorpius</i> (L.) DC.	Argelaga, Argelagosa
<i>Hedera helix</i> L.	Edrer
<i>Hedysarum coronarium</i> L. (planta farratgera)**	Sull
<i>Hordeum vulgare</i> L.	Ordi
<i>Ilex aquifolium</i> L.	Agrels
<i>Juglans regia</i> L.	Noguer, Nogueredes, Noguerol, Nou
<i>Juniperus communis</i> L.	Ginebre, Ginebrera, Ginebrosa
<i>Juniperus phoenicea</i> L.	Sabina
<i>Laurus nobilis</i> L.	Llaurer
<i>Malus domestica</i> Borkh.	Marçana, Massana
<i>Medicago sativa</i> L.	Meligar
<i>Molopospermum peloponnesiacum</i> (L.) Koch	Cosconera
<i>Narcissus poeticus</i> L.	Grandalles
<i>Olea europaea</i> L.	Olivesa
<i>Pinus</i> spp.	Pi, Pinosa, Pinós, Pinatella
<i>Populus</i> / <i>Betula</i> ***	Abòs, Auba, Aubaderes, Aubes, Aubell, Aubdells, Aubinyà, Aubinyana, Aubosa
<i>Populus tremula</i> L.	Trèmols
<i>Prunus avium</i> (L.) L.	Cirera, Guindaldes
<i>Prunus domestica</i> L.	Prunera
<i>Pteridium aquilinum</i> L.	Falguerets, Falguero

Espècie (nom científic)	Noms vernacles recollits en el topònim
<i>Pyrus communis</i> L.	Pera, Peres
<i>Quercus ilex</i> L. subsp. <i>ballota</i> (Desf.) Samp.	Aldosa, Aldosanella, Alzina, Alzinar, Garriga, Rèbol, Rebollissa
<i>Quercus</i> sp.	Rovira, Rourera, Roureda
<i>Rhododendron ferrugineum</i> L.	Abarset, Abarsetar, Abarsa
<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> (L.) Hayek	Greixes, Creusans
<i>Rosa</i> sp.	Gaverna
<i>Rubus ideaeus</i> L.	Gerdera
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Morrelló, Fenemores
<i>Salix</i> sp.	Salancar, Salita, Salitar, Salses, Salit
<i>Saxifraga aquatica</i> Lapeyr.	Enciam
<i>Secale cereale</i> L.	Segalers, Segalars
<i>Smilax aspera</i> L.	Arinsola
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	Besurt, Moixa, Moixella, Moixellaire, Moixeret
<i>Sparanium angustifolium</i> Michx.	Bova
<i>Taxus baccata</i> L.	Teix
<i>Trifolium alpinum</i> L.	Regalissia
<i>Urtica dioica</i> L.	Ordigal, Ordigues
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	Nabina, Naviners
<i>Veratrum album</i> L.	Baladre, Baladosa
<i>Vicia faba</i> L.	Favar
<i>Vicia</i> spp.	Veces
<i>Viscum album</i> L.	Iesc
<i>Vitis vinifera</i> L.	Vinya, Vinyals, Vinyes, Vinyers, Mallol
Gramínia o ciperàcia sense identificar	Siscaró, Siscar

*Sota el nom de ceba o d'all es poden designar a les espècies domèstiques o bé a espècies silvestres. En l'estudi etnobotànic portat a terme per Niell & Agelet (2011) hem recollit els termes "ceba salvatge" i "all de serp" per espècies del gènere *Allium* sense identificar. Per altra costat, a la vall d'Ordessa, els topònims com "el cebollar" es refereixen a l'espècie *Asphodelus albus*.

**Identificació de l'espècie per Anglada (1993)

*** Martzluft & Mas (1992) indiquen que Aubinyà podria tractar-se d'un topònim referent a vinya. En principi nosaltres ens hem decantat per considerar-lo més a prop filològicament d'auba que no de vinya.

Del conjunt de les comunitats vegetals tenim que hi ha 90 que són plurals, dels quals hi ha 48 que detallen el nom de l'espècie en el topònim més 42 que no n'indiquen cap espècie concreta. Hi ha 188 topònims de comunitats que porten algun tipus de sufix (augmentatiu en -os, -osa, etc.): 130 dels quals indiquen l'espècie al topònim més 58 que no el detallen.

Les famílies més ben representades han estat les de les *Rosaceae*, amb 8 espècies, les *Fabaceae*, amb 7 espècies, seguida de les *Poaceae* amb 5 espècies, amb 3 espècies hi ha les *Liliaceae*, *Cupressaceae*.

De les espècies recollides, algunes formen part de conreus ja desapareguts, alguns en temps relativament antics, com és el cas de la vinya (*Vitis vinifera* L.) i de l'olivera (*Olea europaea* L.), i d'altres han deixat de plantar-se en temps recents, com el ordi (*Hordeum vulgare* L.) i el sèguel (*Secale cereale* L.). El cànem (*Cannabis sativa* L.) tot i que apareix en un topònim, no tenim dades que hagi estat una espècie conreada a Andorra en un passat no massa llunyà. Igual succeeix amb el sull (*Hedysarum coronarium* L.).

Hi ha espècies silvestres que apareixen en topònims però que no han estat trobades en estat silvestre a Andorra, segons la *check-list* de la flora andorrana (Carrillo *et al.* 2008), com són l'arinsola (*Smilax aspera* L.) i el iese (*Viscum album* L.). El teix (*Taxus baccata* L.) és una espècie actualment quasi desapareguda, catalogada en la llista vermella de la flora andorrana com en perill crític (Carrillo *et al.* 2008) i els agrels (*Ilex aquifolium* L.) estan catalogats com a vulnerables (Carrillo *et al.* 2008).

Segons l'ús del territori hem classificat els topònims tenint en compte si estan relacionats amb les activitats ramaderes, agrícoles o silvícoles (fig. 1). Poden existir casos que un topònim faci referència a dos usos diferents, en aquest cas l'hem comptabilitzat dues vegades en els usos que li pertoquen.

De topònims relacionats amb les activitats ramaderes hi ha 408 (als quals hi podem afegir els 263 que esmenten el terme “prats”). D'aquests 352 són descriptius de les activitats o bé de comunitats vegetals sense identificar espècies. En són exemples: “Els Pasturers” (Andorra la Vella, la Massana, Canillo, Ordino); “El Fener” (Andorra la Vella); “Els Emprius de la Llosada” (Canillo). 56 fan referència a espècies emprades com a ramaderes, per exemple: “El pla del Géspit” (Canillo); “El camí de Sedornet” (Ordino); “El planell de Ginestar” (Ordino); “Els clots de l'Abarsetar” (Ordino), “El Feixar del Baladre” (Ordino).

Els topònims relacionats amb la silvicultura i l'existència dels boscos de defens són 360 (més 198 que fan esmenten el terme “bosc”). D'aquests, 243 fan referència a usos i característiques de les comunitats forestals. Per exemple: “La

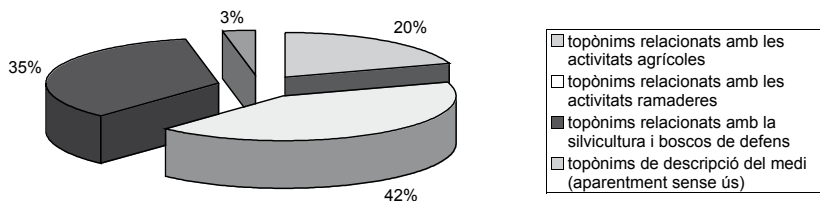


FIGURA 1. Espectre toponímic segons l'ús (s'hi inclouen els topònims que fan referència als boscos i als prats).

Peguera” (Encamp, Sant Julià de Lòria); “Els Brancs de la Farga” (Andorra la Vella); “La Veda de Sorteny” (Ordino); “Ies Tallades” (Ordino). 117 fan referència a espècies concretes, com ara “La Beçosa” (Ordino); “La Boixosa” (Ordino); “La costa de l’Aubell” (Ordino) o “La roureda de Moles” (Andorra la Vella).

De topònims relacionats amb les activitats agrícoles n’hi ha 319, dels quals 280 en són descriptius. Per exemple: “El pic de l’Hortell” (Ordino); “La Rabassa” (Ordino, Sant Julià de Lòria); “La pleta Mosquera” (Ordino); “La font de l’Artic” (Sant Julià de Lòria); “Les Boïgues” (Andorra la Vella, Canillo, la Massana, Ordino, Sant Julià de Lòria); “Els Pallerils” (Ordino). I hi ha 39 topònims que fan referència a espècies de conreu. En son exemples “El roc de la Vinya” (Andorra la Vella, Encamp); “La canal del Favar” (Andorra la Vella); “La costa de les Grandalles” (Encamp); i, probablement, “Les Marçanelles” (Ordino).

A més hi ha 47 topònims que fan referència a descripcions del medi, però que no han estat identificats amb un ús concret. D’entre ells citem 13 topònims que fan referència a les molleres, per exemple: “El bosc de la Mollera” (Ordino). També hi ha 3 topònims de plantes reconegudes com a tòxiques. Així tenim “El planell de la Tora” (Canillo), topònim d’interès ramader, ja que indica la qualitat o perillositat d’un terreny.

Discussió

A través dels fitotopònims hom pot deduir la manera d’interpretar un paisatge sota el punt de vista etnobotànic i etnoecològic, en aquest cas, dins una cultura agro-silvo-pastoral de muntanya pirinenca. No obstant, caldria, mitjançant entrevistes, conèixer el grau de manteniment de molts d’aquests topònims en el parlar viu del habitants de les valls andorranes. Sabem que com està passant a d’altres terres pirinenques, alguns es van perdent.

Molts del topònims recollits són descriptius de les comunitats, tot i que no entren en la seva composició específica, per exemple: “Brossós” que, segons Anglada (1993) significa bosc espès; “Devesa” que segons Riera (1992) designa un tros de terra per aprofitar-se per fer herba o pastures, té un sentit general de pastura amb arbres o amb arbres més o menys isolats; “fener, fenerals, fenerassos” que significa terra molla amb herba abundant (Riera 1992), i que deriva de fenc (Anglada 1993, IEC). A l’Aragó també s’utilitzen fenal, fené, fener, fenero, fenez (plural) amb el mateix significat (Villar 2009). Malgrat tot, la majoria d’aquestes comunitats fan referència a l’ús que se’n fa. De fet, tots els fitònims fan referència a espècies de les quals hom pot extreure alguna utilitat. Tot i que la majoria de les plantes citades fan referència a espècies silvestres.

Hi ha moltes espècies llenyoses que tenen un ús silvícola, ramader o bé marquen la zona dels boscos de defens, com els avets (*Abies alba* L.) que apareixen en 6 topònims, o els pins (*Pinus* spp.) que apareixen en 8. Així mateix són molts

corrents altres arbres d'interès fustaner com el roure o l'alzina (*Quercus* ssp.) en 8 i 13 topònims respectivament dels quals s'obté fusta, carbó i les aglans serveixen com aliment al bestiar. Els topònims que fan referència al beç (*Betula pendula* Roth) son 11 car aquest arbre és emprat per a la fabricació de diversos estris (tanques pels tancats del bestiar, cistelles per beure...).

Altres espècies forestals com el boix (*Buxus sempervirens* L.) apareixen en 9 topònims i tenen un ús per a l'elaboració d'estrís i eines; com que es calcicola, només el trobem a la vall d'Ordino. Fan referència a les escobes [*Genista balansae* (Boiss.) Rouy subsp. *europaea* (G. López & Ch. E. Jarvis) O. Bolòs & Vigo] 9 topònims i 10 a l'abarset (*Rhododendron ferrugineum* L.); aquestes dues espècies, junt amb l'argelaga [*Genista scorpius* (L.) DC.] -dos topònims-, són sovint indicadores dels canvis en la vegetació provocats per l'abandonament dels camps i pastures (Villar 2005).

Les espècies de conreu potser no han donat lloc a tants fitotopònims, però queden com a constància dels antics conreus agrícoles, molts ja abandonats: es el cas dels segalars (*Secale cereale* L.) molt conreats en l'agricultura tradicional (Llobet, 1947) i avui gairebé desapareguts, i la vinya (*Vitis vinifera* L.) amb 10 topònims, antigament conreada però de la qual només es conserven alguns ceps en els murs de les feixes i alguna parra que creix de forma esporàdica (Martzluff & Mas 1992).

També hi ha diversos fitotopònims que ens indiquen les comunitats vegetals concretes de prats i pastures, o sià, la seva qualitat. Per exemple el fromental [*Arrhenatherum elatius* (L.) Beauv.], el sudorn [*Festuca paniculata* (L.) Schinz. & Thell.] o el sull (*Hedysarum coronarium* L.) tots ells amb 1, 5 i 2 topònims, respectivament.

La majoria dels topònims recollits fan referència a determinats usos del sòl, com "El bony de l'Artic", d'artiga, tros de terra preparat per al conreu (Enciclopèdia catalana, <http://www.enciclopedia.cat/>); "El serrat de la Boïga gran" (Andorra la Vella), "La canal del Boïgot" (Andorra la Vella), "El serrat de la Uina" (Ordino). Totes aquestes paraules (boïgues, boïgot, boïgals, uina) són derivades de boïga, terra que es crema amb el restes vegetals per conreu després d'anys d'estar inculca (Riera 1992); "Els horts de la Corrua" (Andorra la Vella), "Corrua" nom que vindria de corrua, cordó d'herba tallada afeçonada d'un cap a l'altre del camp (Riera 1992); "Els Emprius de la Llosada (Canillo). Empriu és el dret de pastura en els límits del terme, d'ús compartit amb els veïns entre dues parròquies o municipis colindants (Dicc. Riera), en aragonès és "ademprio" i tots dos deriven del llatí *adherere*; "Les canals de la Forniga" (Sant Julià de Lòria), forniga és una paraula derivada de forniguer, que és una pila de terra i de restes vegetals calcinats, a l'Aragó té el nom de "formigal, formigales"; "Les bordes de la peguera (Sant Julià de Lòria). Peguera és el lloc d'on s'estreu la pega (Riera 1992).

Hi ha diversos noms que no han estat confirmats amb altres treballs i que podrien ser variacions locals del nom de determinades plantes: arinsola (*Smilax aspera* L.) molt similar a arítjol, nom amb que també es coneix aquesta espècie, edrer (*Hedera helix* L.), molt similar a hedra, morrelló (*Rubus ulmifolius* Schott) que creiem que deriva de mora.

Els fitotopònims a Andorra ens indiquen un substrat majoritàriament català més o menys llatinitzat. No obstant, alguns d'ells semblen provenir de llengües pre-romàniques (Anglada, 1993), tot i que encara caldria aprofundir en el seu estudi per a poder aclarir el seu origen. Per exemple, Certers (Sant Julià de Lòria) que Corominas (1970) fa derivar del basc *zarta*, que vol dir branca, o bé Arinsal, que el mateix autor relaciona amb el basc *arantze*, planta espinosa.

Sigui com sigui, aquests mots i expressions ens parlen d'un ús del medi en funció d'una economia agro-silvo-pastoral; de fet una majoria de topònims es relaciona amb les activitats ramaderes, un dels principals motors econòmics de la societat andorrana fins al segle passat (Llobet 1947).

En tot cas, el relativament escàs nombre de topònims que hi ha Andorra basats en espècies vegetals, sobretot si ho comparem amb altres sectors pirinencs més grans com l'Aragó (Villar 2005, 2009) bé podria reflectir la pèrdua d'importància del sector primari.

Bibliografia

- ADELLACH, B. & GANYET, R. 1977. *Valls d'Andorra. Geografia i Diccionari geogràfic*. Consell General de les Valls d'Andorra i Autors, Andorra la Vella. 286 pp.
- ALCOVER, A. M. & MOLL F. B. *Diccionari Català-Valencià-Balear*. <http://devb.iecat.net/>
- ANGLADA, M. 1993. *Arrels d'Andorra. Prehistòria d'Andorra a través dels noms de lloc*. Ed. Andorra, Andorra la Vella.
- BENÍTEZ, G. GONZÁLEZ, R. & MOLERO, J. 2009. Fitotopònims y sinfitotopònims del poniente granadino. *Revista de Dialectología y Tradiciones populares*, 64, 2. 169-192.
- CARRILLO, E., MERCADÉ, A., NINOT, J. M., CARRERAS, J. FERRÉ, A. & FONT, X. 2008. *Check-list i Llista vermella de la flora d'Andorra*. Centre d'Estudis de la Neu i de la Muntanya d'Andorra (CENMA) de l'Institut d'Estudis Andorrans (IEA) - Ministeri de Turisme i Medi Ambient - Departament de Medi Ambient, Andorra la Vella.
- COROMINES, J. 1970. *Estudis de toponímia catalana*. Volum II. Biblioteca Filològica Barcino. Ed. Barcino, Barcelona 345 pp.
- COROMINES, J. 1989-1999. *Onomasticon Cataloniae*. Curial Edicions-Caixa de Pensions, 8 vols., Barcelona
- GÓMEZ, A. 1991. *Atlas d'Andorra*. Govern d'Andorra. Conselleria d'Educació, Cultura i Joventut, Andorra la Vella.
- LOSA, M. & MONTSERRAT, P. 1950. *Aportación al conocimiento de la flora de Andorra*. Instituto de Estudios Pirenaicos, CSIC, Zaragoza.
- LLOBET, S. 1947. *El medio y la vida en Andorra*. Instituto Juan Sebastián Elcano y Estación de Estudios Pirenaicos, CSIC, Barcelona

- MARTZLUFF, M. & MAS, S. 1992. *Pressoirs et vignes d'Andorre*. Institut d'Estudis Andorrans, Centre de Perpinyà, Andorra.
- Muntanyes d'Andorra 2003. Mapa 1:10.000. Govern d'Andorra. Ministeri d'Ordenament Territorial. Àrea de Cartografia i Topografia, Andorra la Vella.
- NIELL, M. & AGELET, A. 2011. Etnobotànica d'Andorra. Estudi preliminar. In: *Actes del IX Co-loqui Internacional de Botànica Pirenaico-cantàbrica*. Monografies del CENMA, Andorra.
- RIERA, M. 1992. *La llengua catalana a Andorra*. Estudi dialectològic dels seus parlars rurals. Institut d'Estudis Andorrans. Centre de Barcelona, Barcelona
- RUIZ DE LA TORRE, J. 1988. Sinfitònimos. In Villar, L. (ed.) *Homenaje a Pedro Montserrat*: 1027-1031. Instituto de Estudios Altoaragoneses e Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC, Huesca.
- VALLÈS, J. (dir.). *Noms de plantes* [en línia]. Barcelona: TERMCAT, Centre de Terminologia, cop. 2009. (Diccionaris en Línia) <http://www.termcat.cat/dicci/noms_plantes/index.html>
- VILLAR, L. 2005. Toponimia de origen vegetal en el Alto Aragón, II. Sinfitònimos relacionados con arbustos y su sentido ecológico. *Flora Montiberica* 29: 43-53.
- VILLAR, L. 2009. Los pastos en la toponimia del Alto Aragón. Una huella ecológica que se va perdiendo. In Reiné, R. & al. (eds.) *La multifuncionalidad de los pastos: producción ganadera sostenible y gestión de los ecosistemas*. SEEP, pp. 93-99, Huesca.
- VVAA. Enciclopèdia Catalana. <http://www.enciclopedia.cat/>

15 années d'inventaires et de suivis des espèces végétales (1995–2010). Bilan et perspectives pour le Parc national des Pyrénées

D. Penin¹*, O. Jupille¹, P. Lapenu¹ & E. Sourp¹

.....

ABSTRACT

15 years of inventory and monitoring of rare and endangered plant species (1995 – 2010). Report and prospects of the recognition of the Pyrenees National Park flora

The Pyrenees National Park is the only national park within the French Pyrenees. It is a public institution under the authority of the Ministry of Environment, which studies and protects the natural habitats. When the Park first opened in 1967, the study of the flora was actually not a priority, as the main actions at first focused on the study and preservation of the great mammals.

In 1995, a structured program was outlined and implemented to acquire knowledge on the spreading out of rare and endangered taxa within the territory. Since 1999, the program has been complemented by the monitoring of protected, rare and endangered plant species demographics.

The results of this 15-years research are hereby presented. Based on these results, new leads are also proposed. The species demographics program is analyzed as well. Deep improvements are being made, particularly in regard to the prioritization of plant species at stake. Through this prioritization, a program can be redefined that focuses on the real stakes of flora conservation on the scale of the National Park and that is much better adapted and operational for the territory.

Key words: inventory of plant species, monitoring, protected area, prioritization

RÉSUMÉ

Le Parc national des Pyrénées est le seul parc national des Pyrénées françaises. La connaissance de la flore n'a pas réellement constitué une priorité lors de la mise en place du Parc national en 1967 et les premières actions se sont surtout centrées sur l'étude et la conservation des grands mammifères.

A partir de 1995, soit près de 30 ans après sa création, un programme structuré d'acquisition de connaissances sur la répartition des taxons rares et menacés du Parc est défini et mis en œuvre. Dès 1999, il est complété par un programme de suivi démographique des espèces végétales protégées, rares et menacées.

Les résultats de 15 années de prospections sont présentés et de nouvelles pistes de travail sont proposées au regard des résultats.

Le programme de suivi démographique des espèces est également analysé. Il a fait l'objet

1. Parc national des Pyrénées, 2 rue du IV septembre, F-65000 Tarbes
*pnp.penin@espaces-naturels.fr

de profondes améliorations notamment du point de vue de la hiérarchisation des enjeux floristiques. Celle-ci permet d'avoir une approche différenciée. La méthode de hiérarchisation est présentée ; elle permet de redéfinir un programme centré sur les réels enjeux de conservation de la flore du Parc national.

Mots clés : inventaire flore, suivi démographique, aire protégée, hiérarchisation

Introduction

Les missions des parcs nationaux françaises sont principalement la connaissance et la protection du patrimoine naturel. Le Parc national des Pyrénées a été créé en 1967; le troisième parc national français créé après ceux de la Vanoise et de Port-Cros (1963). Il appartient à un réseau de 9 parcs nationaux. On peut remarquer l'émergence tardive des parcs nationaux en France alors que de nombreux territoires ont reçu ce label dans les pays voisins dans la première moitié du XX^{ème} siècle. On peut notamment citer le Grand Paradis (1922) et les Abruzzes (1923) en Italie et Ordesa (1918) pour les Pyrénées espagnoles (Larrère *et al.* 2009). Le concept de Parc National s'est largement développé depuis ces premières expériences et on estime aujourd'hui qu'il existe environ 2500 structures apparentées à des parcs nationaux dans le monde aujourd'hui (Merveilleux-du-Vignaux 2003).

Territoire et enjeux floristiques

Comme tous les parcs nationaux français, le Parc national des Pyrénées est organisé en deux territoires contigus. Une zone de haut niveau de protection dite «zone cœur», au sein de laquelle s'applique une réglementation stricte destinée à protéger les espèces, les milieux, les minéraux, l'atmosphère et l'eau et une zone dite «aire d'adhésion» en périphérie de la première où sont conçues, expérimentées et développées des actions de développement durable du territoire.

L'appellation « Parc National » recouvre le territoire formé par la zone cœur et par l'aire d'adhésion. La zone cœur comporte 46 000 hectares alors que la zone d'adhésion recouvre une superficie de 206 352 hectares.

On évalue à près de 1800 le nombre de taxons de plantes vasculaires spontanées présentes dans le territoire du parc national (Parc national des Pyrénées 2000). Pour la totalité du massif pyrénéen, ce chiffre est estimé à 2500 (Dupias 1990). D'un point de vue patrimonial, on compte dans le périmètre du parc national 76 espèces endémiques sur les 196 que comprend le massif pyrénéen (Largier 1994), comme par exemple *Lithospermum gastonii*. On dénombre aussi 29 taxons endémiques des Pyrénées et de la cordillère cantabrique. Parmi ces espèces, on peut citer la présence d'*Aster pyrenaicus*, commun aux deux chaînes.

Au plan réglementaire, on dénombre 57 espèces bénéficiant d'un statut de protection de portée nationale et 54 inscrites sur les liste de protection des régions Aquitaine et Midi-Pyrénées. Concernant la Directive Habitats, 3 espèces de l'annexe II sont présentes sur le territoire. Le Parc national des Pyrénées abrite des taxons pour lesquels il possède une très forte responsabilité de conservation et dont les seules stations présentes en France sont connues sur le territoire du parc national.

La responsabilité de conservation de chaque établissement et de chaque Etat et les aspects pratiques liés à la protection de la flore sur le territoire ont imposé de privilégier une approche nationale au détriment d'un regard synthétique à l'échelle du massif. Une synthèse pyrénéenne de la flore aurait conduit à un résultat sensiblement différent. Des travaux récents (Etchélecou & Villar 2008) permettent d'espérer une prise en compte globale de la flore du massif tant du point de vue des inventaires que de la protection. Ce travail doit s'appuyer notamment sur la complémentarité entre le Parc national des Pyrénées et les espaces protégés du versant sud.

Au titre des espèces pour lesquelles le Parc national des Pyrénées possède une très forte responsabilité de conservation, on peut citer *Androsace cylindrica* ssp. *cylindrica* dont les seules stations françaises connues sont présentes sur les parois du cirque de Gavarnie (Roulier 2000) et *Borderea pyrenaica* présente pour le territoire national sur les seuls éboulis calcaires du même secteur de Gavarnie (Nogué 1998).

Pour d'autres taxons rares, le Parc national des Pyrénées partage la responsabilité de conservation dans la mesure où ces espèces sont plus largement répandues et gérées sur d'autres aires protégées ou sur d'autres massifs proches. C'est notamment le cas de *Drosera rotundifolia*, espèce rare et protégée en France mais assez généralement répandue sur un grand nombre de zones humides des plaines et des montagnes du pays.

Programme d'inventaire et de suivi

La prise en compte de la flore a été très progressive au Parc national des Pyrénées. La figure 1 présente le nombre de données floristiques exploitables produites chaque année sur le territoire du parc national. Les premières données significatives sont produites à partir de 1995. Cette date correspond à la mise en place, par le Parc national, d'une mission sur la création d'un conservatoire botanique national dans les Pyrénées. 1999 correspond à la mise en œuvre d'un programme spécifique d'acquisition de connaissances ciblées sur la flore.

Ce programme a été conçu pour être mis en œuvre de manière concrète sur le terrain par les gardes du Parc national. Afin de le rendre compatible avec des personnels peu confrontés jusque là aux difficultés de la détermination

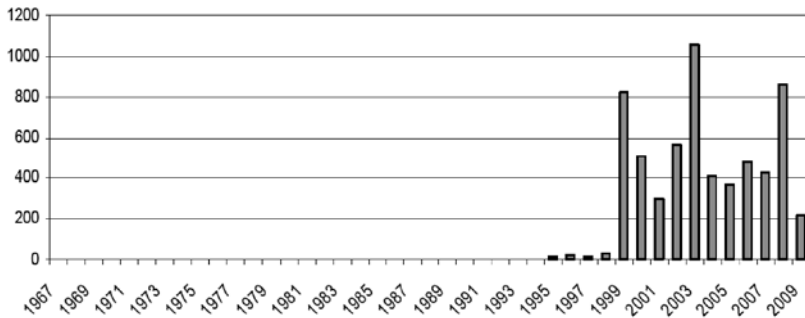


FIGURE 1. Nombre de données floristiques produites par année.

des plantes il ne concerne, dans un premier temps que les espèces bénéficiant d'un statut de protection de portée nationale dont la reconnaissance est indiscutable.

Le choix de ces espèces est également justifié par le rôle de gestionnaire du parc national qui est amené à se prononcer sur des projets d'aménagement qui concernent son territoire. L'acquisition de données ciblées sur les espèces à statut permet d'argumenter les avis rendus et les choix de gestion proposés notamment du point de vue de l'activité forestière ou dans le cadre de projet d'aménagement qui concernent le territoire.

Au final, l'inventaire concerne une liste de 57 espèces complétée, dès 2002, par une liste de 54 taxons correspondant aux espèces protégées sur les régions Aquitaine et Midi-Pyrénées.

A ces deux listes principales, s'ajoute la recherche d'espèces emblématiques. Ces espèces participent fortement à l'image et au caractère pyrénéen mais ne bénéficient d'aucun statut de protection. Elles peuvent cependant être soumises à des risques de prélèvement. On retrouve dans ce groupe des espèces comme *Leontopodium alpinum* ou encore *Lilium pyrenaicum* ou encore *Arnica montana*.

Pour terminer, et compte tenu des risques d'invasion biologique, un inventaire des espèces végétales exotiques à comportement invasif, comme la *Reynoutria sachalinensis* et *Buddleja davidii* a été mis en œuvre.

En parallèle, un programme de suivi démographique se met en place afin de connaître l'évolution des populations des espèces les plus rares et les plus menacées de manière à pendre éventuellement des mesures de gestion adaptées à leur conservation. Ce programme comporte 65 mesures de suivi sur l'ensemble du territoire et concerne 24 espèces.

Résultats

L'effort de prospection a rapidement donné des résultats intéressants et la connaissance sur la flore s'est accrue de manière considérable. Cette évolution a été publiée dans une succession de travaux. (Largier 1994, Valadon & Fallour 2001, Valadon 2003, Penin *et al.* 2003).

En 2010, on dispose de 6100 informations floristiques élémentaires (localisation de stations d'espèces) sur le territoire du Parc national des Pyrénées et ces informations concernent essentiellement des espèces végétales rares, protégées et menacées.

On voit tout l'intérêt que représente cette amélioration de la connaissance pour un établissement chargé de gérer un patrimoine naturel exceptionnel. Ce corpus de données est ainsi régulièrement mobilisé pour argumenter un certain nombre de décisions au sujet des aménagements et des travaux proposés sur le territoire. Les avis rendus dans ce cadre reposent sur une expertise en lien avec des informations floristiques validées et le risque de mettre en péril des stations d'espèces protégées devient alors plus faible.

En revanche les résultats du programme de *monitoring* mis en place sont décevants et de nombreux protocoles mis en place ont été abandonnés. Les raisons de ces abandons sont complexes mais on peut clairement identifier le manque de cohérence et de vision d'ensemble comme raison principale.

Ces protocoles ont été mis en place sur l'ensemble des espèces végétales protégées du territoire, sans tenir compte de leur réelle valeur patrimoniale. Cette procédure a conduit à considérer avec la même importance des taxons protégés, dont la rareté est relative sur le territoire du parc national comme par exemple *Gagea lutea*, avec des espèces très rares à l'échelle du territoire. Cette confusion a entraîné une perte de sens qui impose une réflexion sur les réels enjeux floristiques du parc national.

Ainsi, afin d'adapter la pression d'observation et de suivi aux enjeux spécifiques du territoire et à la capacité de l'équipe de terrain à la mettre en œuvre, un travail de hiérarchisation des enjeux et de redéfinition du programme s'est imposé comme perspective de travail.

Perspectives

L'amélioration de l'inventaire et du suivi des espèces végétales protégées du parc national passe donc par la hiérarchisation des espèces présentes sur le territoire.

Le travail qui a été entrepris au sein du parc national tente d'adapter à un territoire restreint, les méthodes modernes de classement de la valeur patrimoniale des espèces végétales appliquées sur des territoires plus vastes. Ces

méthodes ont notamment été mises au point lors de la publication des listes d'espèces végétales bénéficiant de statuts de protection de niveau régional.

La constitution de la liste d'espèces protégées de la région Languedoc-Roussillon (Molina *et al.* 1999) suivie, en 2004, par celle de la région Midi-Pyrénées, s'établit ainsi selon une approche structurée se basant sur des critères observés plutôt que sur l'analyse souvent partielle des experts.

Il s'agit sur le principe de classer les espèces en fonction d'une combinaison de critères objectifs et observables qui permettent de révéler la part que le territoire de référence prend dans la conservation d'une espèce. Cette valeur est issue, pour chaque espèce, du croisement entre une valeur de la rareté évaluée en fonction du nombre de localités connues sur le territoire et la chorologie de l'espèce, c'est-à-dire sa répartition à l'échelle mondiale (Beaufils 2007).

D'un point de vue pratique, chaque espèce est classée dans un tableau à double entrées (fig. 2), ordonné selon deux axes de gradients continus. L'axe horizontal représente une valeur de la rareté, L'axe vertical décrit, quant à lui, un gradient chorologique qui exprime l'aire de répartition des espèces.

Les espèces se répartissent donc dans ce graphique qui s'ordonne selon une diagonale principale sur laquelle on trouvera en bas à gauche, les espèces peu rares et largement répandues au-delà du territoire du parc national et en haut

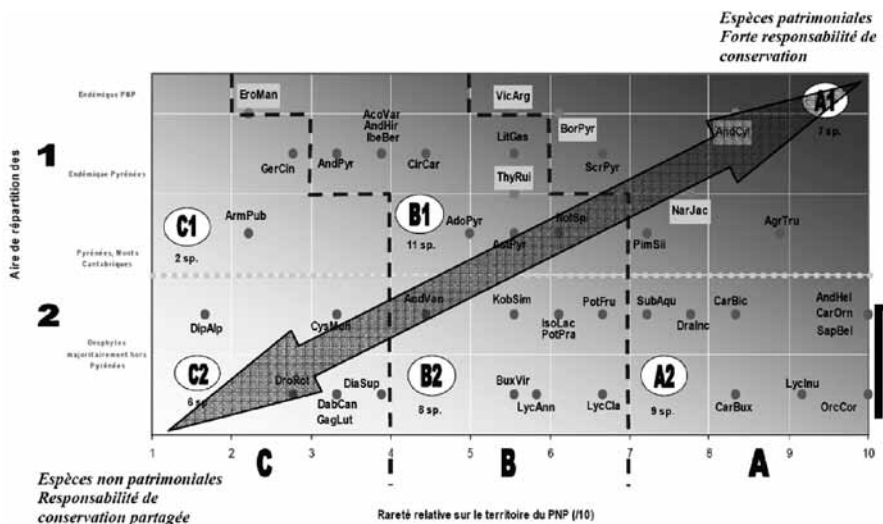


FIGURE 2. Hiérarchisation des espèces végétales protégées sur le territoire du Parc national des Pyrénées.

à droite les espèces rares et dont l'aire de répartition est réduite et centrée sur le Parc national. Il s'agit donc d'espèces pour lesquelles le territoire du parc national assure la plus grande part en termes de conservation.

On trouve par exemple dans ce groupe *Vicia argentea* (Nogué *op. cit.*), rare endémique pyrénéenne, dont les seules stations connues en France sont situées dans le territoire du parc national, ainsi qu'*Androsace cylindrica* (Roulier *op. cit.*). Le parc national, en tant que gestionnaire, assume donc seul la conservation de ces deux taxons pour le versant nord des Pyrénées.

D'un point de vue pratique, cette hiérarchie a des conséquences concrètes puisque les efforts de prospection et de suivi seront concentrés sur les groupes à forte valeur patrimoniale.

Conclusion

La mise en oeuvre d'un programme d'inventaire et de suivi des espèces végétales s'est opérée de manière tardive dans l'histoire du Parc national des Pyrénées. Pour autant cette mission a permis d'obtenir, en un temps limité, une avancée significative de la connaissance en matière de flore. Elle a également permis de construire un modèle objectif de hiérarchisation des enjeux floristiques.

Cette différenciation de l'approche permet donc de répartir l'effort des agents du parc national en fonction de la valeur patrimoniale de chaque espèce et de concentrer les moyens de l'établissement sur la conservation des espèces prioritaires.

Ce travail s'inscrit plus généralement dans les processus actuels de hiérarchisation du patrimoine. Les espaces protégés et le Parc national des Pyrénées en particulier, contribuent à alimenter cette construction patrimoniale en opérant des choix scientifiquement argumentés qui permettent de déterminer, en l'état actuel des connaissances, les groupes d'espèces pour lesquels ils ont la plus grande responsabilité de conservation.

Bibliographie

- BEAUFILS B. 2007. *Évaluation des actions de suivi de la flore rare et menacée présente sur le territoire du Parc national des Pyrénées - Bilans et perspectives*. Parc national des Pyrénées, Tarbes.
- DUPIAS, G. 1990. *Fleurs du Parc national des Pyrénées*, 2 tomes. Parc national des Pyrénées, Tarbes.
- ETCHÉLECOU, A. & VILLAR, L., 2008. Le Parc national des Pyrénées complémentaire du Parc national d'Ordesa et du Mont-Perdu mais à l'équilibre fragile. In Canerot J. *et al.* (dir.), *Pyrénées d'Hier et d'aujourd'hui* : 207-226. Atlantica, Pau.
- LARRIERE, G. 1994. *Le patrimoine végétal, évaluation et gestion conservatoire*. Parc national des Pyrénées, Tarbes.
- LARRÈRE, R., LIZET, B. & BERLAN-DARQUÉ M. (coord.) 2009. *Histoire des Parcs nationaux – Comment prendre soin de la nature*. Quae – MNHN, Paris.

- MERVELLEUX-DU-VIGNEAUX, P., 2003. *L'aventure des Parcs nationaux – La création des Parcs nationaux français, fragments d'histoire*. PNF, Montpellier.
- MOLINA, J., DEBUSSCHE, H. & HENRY J-P. 1999. Méthode pour établir une liste régionale d'espèces protégées. Application à la flore de Languedoc-Roussillon. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, HS 19 : 399-420.
- NOGUÉ, L., 1998. *Prospections botaniques et propositions de suivi de trois espèces (Vicia argentea, Borderea pyrenaïca, Carex bicolor)*. Parc national des Pyrénées, Tarbes.
- Parc national des Pyrénées, GIP-ATEN, EDATER, 2000. *Atlas du Parc national des Pyrénées*. 80 p.
- PENIN, D., LARGIER, G., LAY, S. & MOLINA, J. 2003. Les Plantes rares, menacées ou protégées en France, état des lieux pour la montagne pyrénéenne. *Acta Bot. Barcin.* 49 : 119-126.
- ROULIER, E. 2000. *Etude des populations d'Androsace cylindrica ssp cylindrica, espèce endémique des Pyrénées*. PNP-FIF Engref, Tarbes,
- VALADON, A. & FALLOUR, D. 2001. *Inventaire d'espèces rares et menacées de la flore du Parc national des Pyrénées*. Parc national des Pyrénées, Tarbes.
- VALADON, A. 2003. Le plan d'action flore vasculaire du Parc national des Pyrénées : stratégie, méthodes et premiers résultats. *Acta Bot. Barcin.* 49 : 127-146.

Efectos del cambio climático sobre la distribución potencial de los hábitats subalpinos y alpinos del Pirineo catalán y andorrano

Nora Pérez^{1*}, Albert Ferré¹, Jordi Carreras¹ & Xavier Font¹

.....

ABSTRACT ¹

Effects of climate change on potential distribution of alpine and subalpine habitats in the Catalan Pyrenees and Andorra

Climate change is altering global patterns of biodiversity by modifying the geographical distribution of species. The aim of this study is to analyze the potential impact of climate change, in terms of suitable area loss, of a set of alpine and subalpine formations. We used the algorithm of maximum entropy (Maxent) to relate the current environmental conditions with presence data of the habitats studied and, subsequently, we made time and space projections taking into account climate change predictions. This algorithm provided good predictions of the current distribution of each habitat, as shown by the area under the corresponding receiver operating characteristics curves (AUC, ROC). Climate change projections for years 2020, 2050 and 2080 were simulated using two IPCC emission scenarios run under a single global climate model.

All models predict rising altitude trends for all habitats studied. Since the available area in the high mountain decreases with increasing altitude, this would lead to dramatic losses in the appropriate area for the different vegetation units. Thus, the analyses of future trends under different climate scenarios for 2080 suggest an average loss in potential ranges of 84-98% for high mountain grasslands, 79-97% for subalpine (and alpine) scrubs and 90-68% for subalpine forest.

Keywords: community change, conifer forest, global warming, grasslands, species distribution model, subalpine shrubs, Maxent

RESUMEN

El cambio climático está alterando los patrones globales de biodiversidad al modificar la distribución geográfica de las especies. El objetivo de este estudio es analizar el impacto potencial del cambio climático, en términos de pérdida de área idónea, de los principales hábitats alpinos y subalpinos. Se utiliza el algoritmo de máxima entropía (Maxent) con el fin de relacionar las condiciones ambientales actuales con datos de presencia de los hábitats estudiados y, posteriormente, realizar proyecciones espaciales y temporales teniendo en cuenta las previsiones de cambio climático. Los modelos generados bajo las condiciones climáticas actuales presentaron una

1. Departamento de Biología Vegetal, Universidad de Barcelona. Av. Diagonal 645, E-08028, Barcelona, España

*noraperez@ub.edu

capacidad predictiva de buena a excelente, tal y como muestran los valores del área debajo de la curva característica operativa del receptor (AUC, ROC). Las proyecciones de cambio climático para los años 2020, 2050 y 2080 se simularon utilizando dos escenarios de emisiones del IPCC bajo un único modelo climático global.

Los modelos predicen para todos los hábitats estudiados un aumento de la altitud media de sus áreas potenciales. A su vez, los análisis de las tendencias futuras sugieren una pérdida media en las áreas de distribución potencial de entre un 84 y un 98% para los pastos de alta montaña, entre un 79 y un 97% para los matorrales subalpinos (y alpinos) y entre un 90 y un 68% para los bosques subalpinos bajo los diferentes escenarios climáticos (escenarios A2 y B2 respectivamente).

Key words: bosques subalpinos, cambios en las comunidades, calentamiento global, modelos de distribución de especies, matorrales subalpinos, Maxent, pastos

Introducción

El cambio climático afecta tanto a los ecosistemas como a los organismos que habitan en ellos (Parmesan 2006, Rosenzweig *et al.* 2008, Walther *et al.* 2002), siendo particularmente vulnerable la biota de los sistemas montañosos (Theurillat & Guisan 2001). Recientemente se ha comenzado a poner de manifiesto el efecto del calentamiento global sobre la distribución de especies alpinas en varios sistemas montañosos europeos, como los Alpes (Walther *et al.* 2005, Dirnböck *et al.* 2003, Pauli *et al.* 2007). Sin embargo, hasta la fecha, no se han realizado estudios detallados en los que se analice el futuro de la vegetación pirenaica bajo las nuevas condiciones climáticas.

En este trabajo se ha elegido la modelización de hábitats CORINE por varias razones. En primer lugar, los modelos de distribución de tipos de hábitats han sido relativamente poco explorados hasta ahora, lo que nos motivó a estudiar su utilidad. Por otro lado, aunque los hábitats no son entidades tan nítidas y objetivables como las especies, para la mayoría de estas unidades de vegetación la representación cartográfica de la que disponemos, basada en ortofotomapas y en trabajo de campo, nos proporciona una distribución actual con una precisión planimétrica mucho mayor que la que habitualmente se logra en el caso de las especies. Además, la reducción del área climáticamente adecuada para un determinado tipo de hábitat determina la magnitud del riesgo de extinción de las especies propias del mismo (Thomas *et al.* 2004). Por último, el estudio de la distribución potencial de estos hábitats se corresponde con el estudio de la distribución de las especies dominantes de los mismos.

El objetivo de este trabajo es modelizar la distribución potencial de 12 tipos de pastos de alta montaña, dos tipos de matorrales subalpinos (y alpinos) y cuatro de bosques subalpinos de *Pinus uncinata*; todo ello en el Pirineo catalán y andorrano, para los años 2020, 2050 y 2080, y bajo dos escenarios diferentes de cambio climático (A2 y B2).

Métodos

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende el Pirineo catalán y andorrano, sistema de relieve acusado, con un amplio intervalo altitudinal y una alta heterogeneidad de sustratos. La elevada variedad ambiental resultante conlleva una gran diversidad de hábitats. El trabajo se realizó a una resolución de aproximadamente 0,6 km² (cuadrados de 700 x 900 m) y sobre una superficie total de 9.894,63 km². La resolución de este estudio queda limitada por la resolución de los datos climáticos disponibles.

DATOS DE DISTRIBUCIÓN

A partir de la cartografía de los hábitats de Cataluña, a escala 1:50.000 (CHC50) y con un área mínima de representación de 150 x 150 m (2,25 ha) (Vigo *et al.* 2006) y de cartografía de los hábitats de Andorra a escala 1:25.000 (accesible en <http://www.iea.ad>), obtuvimos datos georreferenciados de presencia para los prados alpinos estudiados (tabla 1). Por otro lado, a partir de la cartografía de los hábitats de Cataluña obtuvimos datos georreferenciados de presencia para los hábitats de matorrales y bosques subalpinos estudiados (tabla 1). Estos hábitats son mayoritarios en los principales paisajes de alta montaña de los Pirineos: bosques de *Pinus uncinata* subalpinos, matorrales subalpinos (y alpinos) y pastos principalmente alpinos.

Los mapas de hábitats se superpusieron a la cuadrícula de referencia (definida por los datos climáticos) y posteriormente se calculó la superficie (en tanto por ciento) de cada hábitat en cada celda (de 700 x 900 m) mediante las herramientas de análisis de ArcGis 9.2 (ESRI 2009).

DATOS AMBIENTALES

El clima actual está caracterizado por los registros de temperatura mínima media mensual (Tmin), temperatura máxima media mensual (Tmax) y precipitación media mensual (Ptotal) proporcionadas por la base de datos WorldClim. Estos datos han sido generados con una resolución de aproximadamente 0,6 km² mediante la interpolación de datos climáticos medios mensuales (correspondientes al periodo 1961-1990) obtenidos a partir de estaciones meteorológicas (Hijmans *et al.* 2005).

Los patrones espaciales de biodiversidad en los Pirineos están fuertemente influidos por las características topográficas y de sustrato (Pausas *et al.* 2003). A partir del mapa Geológico de Cataluña (escala 1:250.000) del Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC 1996) se realizó una reclasificación para obtener cinco clases de sustrato simplificadas (materiales carbonatados, materiales silicios, sustratos con sulfatos, depósitos cuaternarios y masas de agua). A continuación se unieron

estos datos geológicos con la cuadrícula de referencia y se calculó la cobertura (en tanto por ciento) de cada tipo de sustrato en cada celda. Por otro lado, se obtuvieron datos topográficos a partir de un modelo digital de elevaciones de Cataluña (MDE con una resolución de 20 x 20 m) elaborado a partir de la base topográfica de Cataluña a escala 1:50000 (ICC). A partir de este mapa se calculó la altitud máxima, mínima y media y la pendiente para cada celda del área de estudio. Por otra parte, a partir de dicho MDE, obtuvimos también el porcentaje de cada celda con orientación norte, sur, este, oeste y plana.

Para evitar problemas de multi-colinealidad que pueden resultar en un sobreajuste de los modelos (Peterson *et al.* 2007), redujimos el número de predictores ambientales mediante un análisis de componentes principales. Seleccionamos los diez primeros ejes como nuestras variables ambientales, ya que éstos fueron los ejes que explicaron una varianza mayor que la esperada por azar (1,78%), y acumulaban el 97% de la varianza total.

ESCENARIOS CLIMÁTICOS FUTUROS

Con el objetivo de simular la distribución de los hábitats bajo las posibles condiciones climáticas futuras se emplearon datos de modelos climáticos de la tercera evaluación del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) (disponibles en <http://www.worldclim.org/futdown.htm>). Estos datos han sido generados originariamente a partir de tres modelos climáticos globales diferentes, que posteriormente han sido tratados mediante procedimientos de reducción de escala a fin de que coincidan con los datos del clima actual de WorldClim (Hijmans *et al.* 2005).

Se emplearon dos proyecciones climáticas para el periodo temporal 1990-2080 desarrolladas por el UK Hadley Center for Climate Prediction and Research. Éstas derivan de un modelo global de circulación (HadCM3; Carson 1999), y se basan en dos escenarios socio-económicos diferentes del IPCC: A2FI y B2FI (a partir de ahora llamados A2 y B2 respectivamente). El escenario A2 describe un mundo muy heterogéneo con un continuo aumento de la población mundial y un crecimiento económico regional relativamente fraccionado y lento. El escenario B2 describe un mundo en el que se pone énfasis a la búsqueda de soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y ambiental, con un desarrollo económico intermedio y cuya población aumenta de manera más lenta que bajo el escenario A2.

Las emisiones de gases de los dos escenarios afectarán al cambio climático global de manera diferente, presentando el escenario A2 un efecto más drástico que el B2. Las tendencias climáticas futuras (cambios en la temperatura del aire y en las precipitaciones) en el área de estudio se muestran en la figura 1.

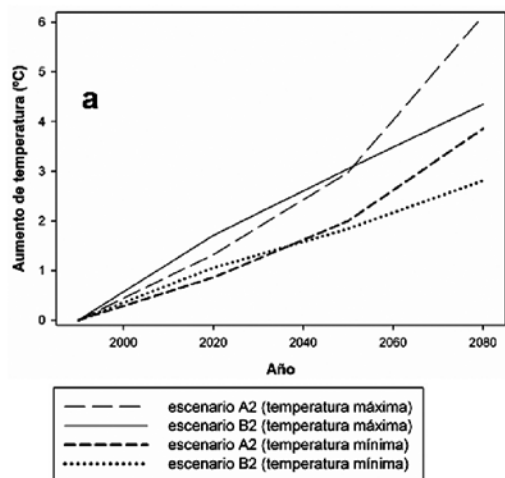
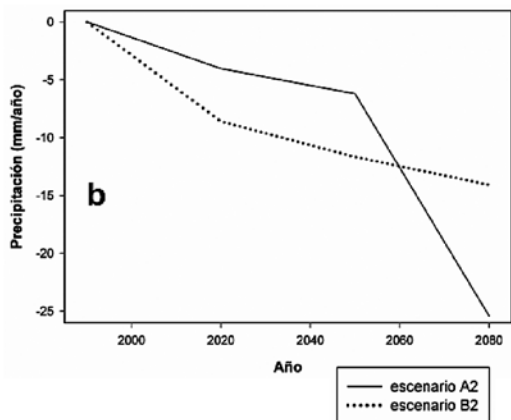


FIGURA 1. Cambios en la temperatura (a) y precipitación media anual (b) de acuerdo al modelo climático global HadCM3 proyectado bajo los escenarios SRES A2 y B2 del IPCC en el Pirineo catalán y andorrano.



MODELIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE HÁBITATS

Empleamos la versión 3.3.1 del software Maxent con el objetivo de relacionar las condiciones ambientales actuales con los datos de presencia de hábitats y posteriormente realizar proyecciones espaciales y temporales para los dos escenarios climáticos futuros considerados.

A menudo los datos de presencia muestran un sesgo espacial en el esfuerzo de muestreo, lo que va a repercutir en la calidad de las predicciones (Phillips *et al.* 2009). Sin embargo, la resolución planimétrica de la cobertura de hábitats

de Cataluña es de buena calidad, por lo que una de las ventajas de modelizar este tipo de datos sobre sus presencias de especies es que la distribución de estos hábitats en la región de estudio se conoce exactamente (y con una precisión mucho mayor que la de los datos climáticos).

Se utilizaron los parámetros por defecto de Maxent que incluyen *regularization multiplier* = 1, número máximo de iteraciones = 500, umbral de convergencia = 0,00001. Con el objetivo de evaluar la calidad de las predicciones bajo las condiciones actuales, las localidades de presencia se dividieron en dos subconjuntos: calibración y evaluación. El primero (calibración) consiste en una muestra del 80% del total de presencias y se utiliza para calibrar (entrenar) el modelo, mientras que el segundo, que comprende los datos restantes (20%) se emplea para evaluar las predicciones de los modelos.

Los resultados de los modelos se importaron a ArcGis 9.2 (ESRI 2009), donde convertimos los valores probabilísticos de idoneidad (0-1) de Maxent en mapas de presencia/ausencia (0/1) empleando el umbral que maximiza la suma de la sensibilidad y especificidad de entrenamiento bajo las condiciones actuales (Liu et al. 2005, Jiménez-Valverde & Lobo 2007).

CAMBIOS EN LA DISTRIBUCIÓN DE LOS HÁBITATS

A partir de las predicciones para cada hábitat, se cuantificó el mantenimiento, expansión o reducción de sus áreas de distribución con respecto a su distribución potencial actual y para cada escenario de cambio climático. El área de distribución mantenida se define como el área potencial actual que se espera se mantenga ocupada en el futuro (año 2080). La expansión se define como el área no ocupada en la actualidad y que podría ser potencialmente ocupada en el futuro. La reducción del área se define como el área potencial actual que probablemente no será ocupada en el futuro.

Finalmente se calculó, por un lado, el cambio en las tendencias altitudinales, y por otro, el porcentaje de cambio en la superficie de los hábitats modelizada para el año 2080 de la siguiente manera:

$$\left[\frac{(\text{Área}_{2080} * 100)}{\text{Área}_{\text{actual}}} - 100 \right]$$

Asumimos que los hábitats estudiados tiene una capacidad de migración ilimitada, por lo que en un futuro ocuparán todas aquellas celdas que se vuelvan idóneas como resultado del cambio climático. Esta asunción puede considerarse conservativa, pero ha proporcionado buenas estimaciones de los niveles de amenaza para especies de áreas montañosas (Engler et al. 2009).

Un hábitat probablemente se extinguirá cuando se prevé que pierda el 100% de su área idónea. Sin embargo, dado que para hablar de extinción formal sería

necesario realizar análisis de la viabilidad poblacional (Botkin *et al.* 2007), en este trabajo sólo discutiremos nuestras proyecciones en términos de pérdida de área idónea, es decir, de porcentaje de cambio en el tamaño del área potencial.

Resultados y discusión

EVALUACIÓN DEL ALGORITMO

Los modelos desarrollados por Maxent presentaron una capacidad predictiva de buena a excelente, tal y como muestran los valores de AUC (tabla 1). Los valores de AUC oscilaron entre 0,885 y 0,986. Estos valores de AUC relativamente elevados indican que la distribución actual de los hábitats estudiados se encuentra bien descrita por el clima, la topografía y las características geológicas de la zona de estudio. Por otro lado, para este umbral, todos los modelos mostraron bajas tasas de omisión, lo que indica que sólo un pequeño porcentaje de los puntos de test cayeron fuera del área predicha como adecuada.

TABLA 1. Tasas de omisión (OR) para el umbral de corte que maximiza la suma de la sensibilidad y especificidad, área debajo de la curva ROC (AUC). Todos los parámetros de rendimiento generados para cada hábitat se basan en la partición de los datos en dos subconjuntos (80% entrenamiento, 20% test).

Hábitats	OR	AUC
31g Matorrales de <i>Rhododendron ferrugineum</i>	0,055	0,938
31u Matorrales de <i>Genista balansae</i>	0,058	0,950
36a Comunidades de ventisqueros de terrenos ácidos	0,031	0,977
36b Comunidades de ventisqueros de terrenos calcáreos	0,000	0,986
36c Pastos de <i>Nardus stricta</i> acidófilos y mesófilos	0,039	0,890
36d Pastos de <i>Nardus stricta</i> acidófilos e higrófilos	0,049	0,981
36e Pastos de <i>Festuca eskia</i> cerrados y acidófilos	0,019	0,907
36f Pastos de <i>Festuca paniculata</i>	0,066	0,964
36g Pastos de <i>Festuca eskia</i> escalonados y acidófilos	0,034	0,906
36h Pastos de <i>Carex curvula</i> acidófilos	0,026	0,981
36i Pastos de <i>Festuca airoides</i> o <i>F. yvesii</i> acidófilos	0,049	0,973
36l Pastos con <i>Festuca nigrescens</i> , <i>Trifolium thalii</i> ..., calcícolas y mesófilos	0,051	0,978
36m Pastos de <i>Kobresia myosuroides</i> calcícolas	0,049	0,986
36n Pastos de <i>Festuca gautieri</i> y comunidades análogas, calcícolas y mesoxerófilas	0,094	0,945
42f Pinares de <i>Pinus uncinata</i> acidófilos y mesófilos	0,075	0,885
42g Pinares de <i>Pinus uncinata</i> acidófilos y xerófilos	0,079	0,913
42h Pinares de <i>Pinus uncinata</i> calcícolas y xerófilos	0,042	0,968
42i Pinares de <i>Pinus uncinata</i> calcícolas y mesófilos	0,057	0,956

CAMBIOS EN LA DISTRIBUCIÓN DE LOS HÁBITATS PARA EL AÑO 2080

Según los modelos realizados, el cambio climático tendrá un impacto sustancial sobre la distribución geográfica de los 18 hábitats estudiados (tabla 2), influyendo en la dirección y magnitud de las respuestas la severidad de los escenarios de cambio climático. Un incremento en la severidad climática (escenario A2) aumentará el riesgo de pérdida de áreas potenciales para todos los hábitats modelizados. A partir de nuestros resultados observamos las siguientes tendencias (tabla 2).

Pastos de alta montaña. Para el año 2080 observamos una disminución en el tamaño de las áreas ocupadas por los pastos de alta montaña bajo los dos escenarios climáticos, perdiendo el 98% de su área de ocupación bajo el escenario A2 y el 84% bajo el escenario B2. Se prevé que sufran una intensa y rápida reducción (fig. 2a), siendo especialmente afectados los hábitats 36a (fig. 2b), 36h y 36m. Éstos son los que aparecen, en general, a mayor altitud y parecen mostrar poca capacidad para mantener o expandir sus áreas de distribución, lo que podría conducir a su extinción para el año 2080. Esta tendencia también ha sido observada en los Alpes (Dirnböck *et al.* 2003), donde al igual que en los Pirineos, las especies de plantas alpinas muestran, con el paso de los años, una disponibilidad más restringida de áreas supraforestales potencialmente idóneas, por lo que probablemente experimentarán una severa fragmentación y una pérdida de área como consecuencia del cambio climático.

En cuanto a los cambios en las tendencias altitudinales, se prevé que los pastos de alta montaña (grupo 36 de la cartografía de los hábitats CORINE de Cataluña) asciendan entre 308 y 390 m para el año 2080, alcanzando una altitud media de 2.622 m bajo el escenario A2 y de 2.538 m bajo el escenario B2.

Matorrales subalpinos (y alpinos). Nuestros modelos prevén una fuerte reducción para el año 2080 en las áreas modelizadas de las dos formaciones de matorral, siendo mayor esta pérdida de área potencial al aumentar la intensidad del cambio climático. El área geográfica modelizada para el matorral de *Rhododendron ferrugineum* (31g) disminuye un 98% bajo el escenario más severo (A2) y un 80% bajo el escenario B2. Por otro lado, los matorrales de *Genista balansae* (31u) sufrirán una disminución algo menos drástica, perdiendo el 96% de su área para el año 2080 bajo el escenario A2 y el 75% bajo el escenario B2. Las figuras 2c y 2d muestran las tendencias generales de reducción en los rangos de distribución de estos matorrales subalpinos (matorral de *Rhododendron ferrugineum* y matorrales de *Genista balansae*, respectivamente).

Bosques subalpinos de *Pinus uncinata*. Los resultados sugieren que estas formaciones tendrán, para el año 2080, sus áreas de ocupación idóneas a altitudes superiores a las actuales (fig. 2e), alcanzando los 2.472 m de altitud media bajo el escenario A2 y los 2.340 m bajo el escenario B2, y desplazando, en parte, a

Tabla 2. Cambios en el área ocupada por los diferentes hábitats para el año 2080 bajo los escenarios A2 y B2. Áreas mantenidas, pérdidas y ganadas para el año 2080

Hábitat	Área real actual (km ²)	Área potencial actual (km ²)	A2			B2			Cambio en el tamaño del área (%)	
			Mantenimiento (%)	Expansión (%)	Reducción (%)	Mantenimiento (%)	Expansión (%)	Reducción (%)	A2	B2
31g	84,47	1398,83	0,44	0,72	99,55	7,672	8,973	92,328	-98,386	-75,684
31u	60,94	1180,62	0,38	2,69	99,62	8,183	16,78	91,817	-96,54	-66,854
36a	9,51	562,21	0	0	100	0,733	0	99,266	-100	-98,533
36b	1,6	704,19	0,03	0	99,97	2,463	0	97,536	-99,94	-95,073
36c	111,59	2296,24	2,47	1,05	97,53	24,146	3,464	75,854	-94,01	-48,243
36d	1,52	543,23	0	0,04	100	11,579	11,909	88,421	-99,96	-64,933
36e	233,62	1553,55	0,46	0	99,54	13,086	0,622	86,914	-99,08	-73,206
36f	11,53	909,96	0,27	4,05	99,73	17,726	23,667	82,274	-95,4	-40,881
36g	127,81	1654,62	0,15	0,03	99,85	12,305	0,237	87,695	-99,67	-75,152
36h	8,92	430,19	0	0	100	3,756	0,615	96,244	-100	-91,873
36i	118,56	1283,33	0,05	0	99,95	1,036	0,011	98,964	-99,9	-97,916
36l	8,9	623,72	0,74	0,32	99,26	8,023	2,865	91,977	-98,18	-81,089
36m	5,36	368,86	0	0	100	0,096	1,634	99,904	-100	-98,175
36n	92,86	1006,58	1,45	0	98,55	9,497	0,745	90,504	-97,1	-80,262
42f	301,77	2260,14	5,06	8,14	94,93	20,656	15,965	79,344	-81,73	-42,724
42g	171,32	1724,69	2,11	8,15	97,88	17,833	16,696	82,167	-87,62	-47,639
42h	40,59	844,47	0,13	1,67	99,86	8,084	16,635	91,915	-98,06	-67,196
42i	100,86	1002,83	0,15	4,96	99,84	4,476	17,548	95,525	-94,73	-73,501

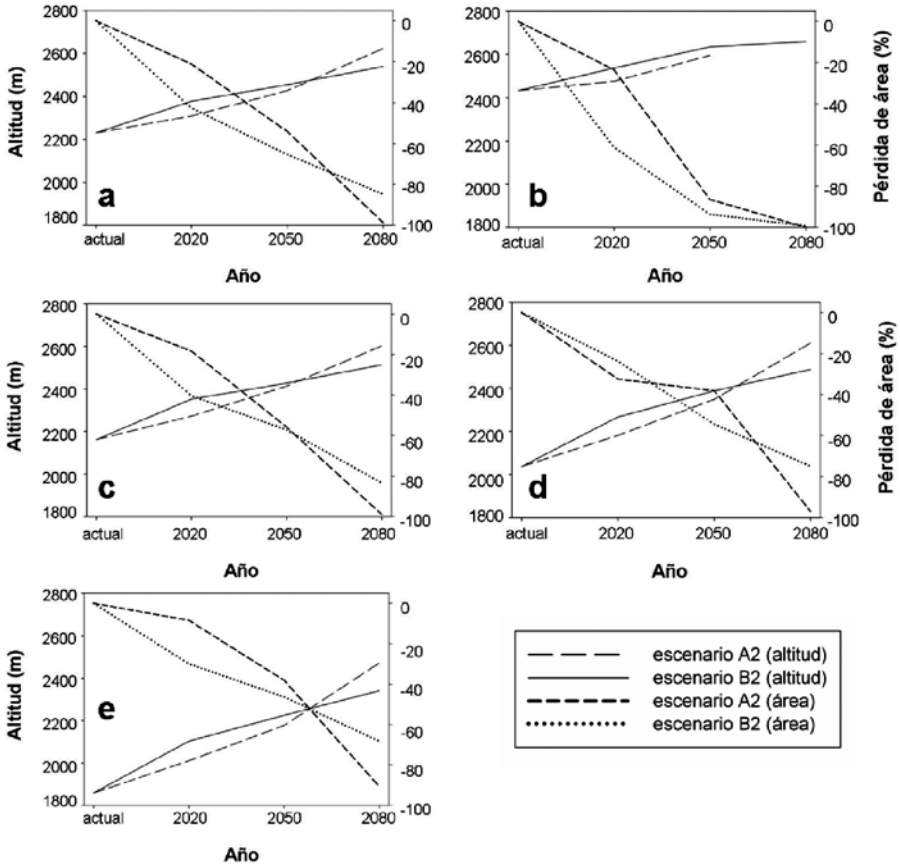


FIGURA 2. Cuantificación de las tendencias de cambio expresadas como pérdidas en el área de distribución potencial y como aumento en la altitud media para los dos escenarios de cambio, de los hábitats: a) pastos de alta montaña (unidades del grupo 36); b) comunidades de ventisqueros de terrenos ácidos (unidad 36a); c) matorral de *Rhododendron ferrugineum* (unidad 31g); d) matorral de *Genista balansae* (unidad 31u); y e) bosques subalpinos de *Pinus uncinata* (unidades del grupo 42).

los matorrales y pastos alpinos montaña arriba. Por otro lado, estos bosques subalpinos sufrirán, en general, una reducción en el área ocupada menos drástica que cualquier otro hábitat analizado en este estudio (tabla 2), perdiendo para el año 2080 el 90% de su área de distribución potencial bajo el escenario A2 y el 70% bajo el escenario B2. Sin embargo, a pesar de la pérdida de área, estos hábitats serán capaces de migrar y, por tanto, sobrevivir si pueden colonizar ambientes similares creados por el cambio climático.

Por último cabe destacar que nuestros resultados coinciden con las previsiones realizadas por Benito Garzón *et al.* (2008), quienes mediante el algoritmo *random forest* (RF) observaron pérdidas en el tamaño del área de distribución potencial de *Pinus uncinata* en la península Ibérica del 92% para el año 2080 bajo el escenario A2.

LIMITACIONES DEL MODELO PREDICTIVO

Cabría destacar algunas limitaciones intrínsecas a la metodología utilizada en este trabajo y que deberían tenerse en cuenta a la hora de interpretar los resultados. La primera se deriva de la asunción que las previsiones climáticas del IPCC para los próximos 70 años sean ciertas. Si los patrones climáticos esperados no se cumplen exactamente (por ejemplo, una disminución de precipitaciones menos acusada), las tendencias de cambio en altitud y en el tamaño de las áreas de ocupación observadas en este estudio podrían variar sustancialmente. Otra limitación a tener en cuenta es que nuestros modelos estiman la distribución potencial futura de los hábitats únicamente a partir de las condiciones ambientales y, por tanto, no tienen en cuenta ni fenómenos de competencia ni la capacidad de las especies para resistir condiciones climáticas severas pero no letales para su subsistencia. Por lo tanto, y a la vista de estas limitaciones metodológicas, la pérdida real de área de ocupación de los hábitats estudiados para el año 2080 podría ser sensiblemente menor que la predicha en los resultados de este trabajo.

Conclusiones principales

Tal y como muestran nuestros resultados, el cambio climático provocará que los hábitats estudiados aumenten la altitud media de sus áreas de ocupación potencial. Este ascenso en altitud puede tener consecuencias catastróficas para las formaciones alpinas y subalpinas de Pirineos, ya que como en cualquier sistema montañoso, a mayor altitud menor superficie disponible. Por otro lado, a mayor altitud las condiciones fisiográficas pueden hacer esta colonización poco probable, debido a la escasa disponibilidad de sustrato, pendientes acusadas, contrastes meteorológicos, lo que podría dar lugar a disminuciones todavía más drásticas de las áreas potencialmente colonizables.

La drástica reducción de las áreas de distribución potencial de los pastos de alta montaña y de los matorrales y bosques subalpinos de *Pinus uncinata*, pone de manifiesto la potencial gravedad del efecto del cambio climático sobre la vegetación de los Pirineos. Nuestros resultados revelan que los casos más graves (en pérdida de área potencial) se encuentran en los pastos de alta montaña, con disminuciones en torno al 90% para el escenario A2 y entre un 70% y un 90% para el escenario B2. A su vez, los matorrales y bosques subalpinos también se verán afectados por el cambio climático, disminuyendo su área de distribución potencial y aumentando su altitud media de aparición.

Debido a que, según las previsiones del IPCC, el clima de la zona de estudio se está volviendo más cálido, es esperable que los pastos de alta montaña sean relegados a zonas culminícolas y que su área de distribución actual sea ocupada por la vegetación que en la actualidad tiene su óptimo en niveles altitudinales inferiores, como serían los bosques y matorrales subalpinos.

Bibliografía

- BENITO GARZÓN, M., SÁNCHEZ DE DIOS, R. & SALZ OLLERO, H. 2008. Effects of climate change on the distribution of Iberian tree species. *Applied Vegetation Science* 11: 169-178.
- BOTKIN, D. B., SAXE, H., ARAUJO, M. B. *et al.* 2007. Forecasting the effects of global warming on biodiversity. *Bioscience* 57: 227-236.
- CARSON, D.J. 1999. Climate modelling: Achievements and prospect. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 125: 1-27.
- DIRNBÖCK, T., DULLINGER, S. & GRABHERR, G. 2003. A regional impact assessment of climate and land-use change on alpine vegetation. *Journal of Biogeography* 30: 401-417.
- ENGLER, R., RANDIN, C. F., VITTOZ, P., CZÁKA, T., BENISTON, M., ZIMMERMANN, N. E. & GUISAN, A. 2009. Predicting future distributions of mountain plants under climate change: does dispersal capacity matter? *Ecography* 32: 34-45.
- HJMANS, R., CAMERON, S., PARRA, J., JONES, P. & JARVIS, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978.
- Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC). 2010. Base topogràfica de Catalunya 1:50000. Institut Cartogràfic de Catalunya, Departament de Política Territorial i Obres Públiques, Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC). 1996. Mapa Geològic de Catalunya 1:250000. Institut Cartogràfic de Catalunya, Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- JIMÉNEZ-VALVERDE, A., & LOBO, J. M. 2007) Threshold criteria for conversion of probability of species presence to either-or presence-absence. *Acta Oecologica* 31: 361-369.
- LIU, C., BERRY, P. M., DAWSON, T. P. & PEARSON, R. G. 2005. Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions. *Ecography* 28: 385-393.
- PARMESAN, C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 37: 637-669.
- PAULI, H., GOTTFRIED, M., REITER, K., KLETTNER, C. & GRABHERR, G. 2007. Signals of range expansions and contractions of vascular plants in the high Alps: observations (1994-2004) at the GLORIA master site Schrankogel, Tyrol, Austria. *Global Change Biology* 13(1): 147-156.

- PAUSAS, J. G., CARRERAS, J., FERRÉ, A. & FONT, X. 2003. Coarse-scale plant species richness in relation to environmental heterogeneity. *Journal of Vegetation Science* 14: 661-668.
- PETERSON, A. T., PAPES, M. & EATON, M. 2007. Transferability and model evaluation in ecological niche modeling: a comparison of GARP and Maxent. *Ecography* 30: 550-560.
- PHILLIPS, O. L. & WILLIAMS, S. E. 2004. Extinction risk from climate change. *Nature* 427: 145-148.
- PHILLIPS, S. J., ANDERSON, R. P. & SCHAPIRE, R. E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231-256.
- PHILLIPS, S. J., DUDIK, M., ELITH, J., GRAHAM, C. H., LEHMANN, A., LEATHWICK, J. R. & FERRIER, S. 2009. Sample selection bias and presence-only models of species distributions: implications for selection of background and pseudo-absences. *Ecological Applications* 19: 181-197.
- ROSENZWEIG, C., KAROLY, D., VICARELLI, M., NEOFOTIS, P., WU, Q., CASASSA, G., MENZEL, A., ROOT, T. L., ESTRELLA, N., SEGUIN, B., TRYJANOWSKI, P., LIU, C., RAWLINS, S. & IMESON, A. 2008. Attributing physical and biological impacts to anthropogenic climate change. *Nature* 453: 353-357.
- THEURILLAT, J. P. & GUISAN, A. 2001. Potential impact of climate change on vegetation in the European Alps: A review. *Climatic Change* 50(1-2): 77-109.
- THOMAS, C. D., CAMERON, A., GREEN, R. E., BAKKENES, M., BEAUMONT, L. J., COLLINGHAM, Y. C., ERASMUS, B. F. N., DE SIQUEIRA, M. F., GRAINGER, A., HANNAH, L., HUGHES, L., HUNTLEY, B., VAN JAARSVELD, A. S., MIDGLEY, G. F., MILES, L., ORTEGA-HUERTA, M. A., PETERSON, A. T., PHILLIPS, O. L. & WILLIAMS, S. E. 2004. Extinction risk from climate change. *Nature* 427: 145-148.
- VIGO, J., CARRERAS, J. & FERRÉ, A. (eds.) 2006. *Cartografia dels hàbitats a Catalunya. Manual d'interpretació*. Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient i Habitatge, Barcelona.
- WALTHER, G. R., POST, E., CONVEY, P. *et al.* 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature* 416: 389-395.
- WALTHER, G. R., BEISSNER, S. & BURGA, C. A. 2005. Trends in the upward shift of alpine plants. *Journal of Vegetation Science* 16(5): 541-548.

Estudi ecològic de les mollereres de la Vall d'Aran

Aaron Pérez-Haase^{1*}, Efrem Batriu¹, Empar Carrillo¹ & Josep M. Ninot¹

.....

ABSTRACT

Ecological study of the fens and bog of the Aran valley

We studied 12 bog and fen systems in the Aran valley (Catalan Pyrenees). On the whole, we performed 143 floristic relevés. For each we measured the content of the main cations in soil capillar water samples, the peat depth, the water table depth, and other field parameters. We classified numerically the vegetation into 14 groups. These groups showed clear floristic differences related to the main ecological gradients.

Key words: minerotrophy, high mountain, peat, Pyrenees

RESUM

Vam estudiar 12 sistemes de mollereres a la Vall d'Aran, seleccionats en base a la seva heterogeneïtat i la seva singularitat dins el context del Pirineu català. En total vam aixecar 143 inventaris de vegetació. Per cada un d'ells vam analitzar-ne el contingut catiònic de l'aigua capil·lar edàfica, la profunditat de la capa saturada d'aigua i la profunditat de torba. De la classificació numèrica dels inventaris en resulten un total de 14 grups, que presenten diferències florístiques importants relacionades amb les diferències del règim hidrològic i amb la variació de la mineralització de les aigües.

Mots clau: minerotròfia, alta muntanya, torba, Pirineus

Introducció

Les mollereres són aiguamolls de tipus boreal i temperat que atenyen les muntanyes alpines. Als Pirineus, un dels límits sud de la seva distribució, tot i presentar-se més empobrides que als Alps o que als països de clima temperat-atlàntic, encara presenten un conjunt florístic prou ric que s'agrupa en una notable diversitat de comunitats (Casanovas 1991, Ninot *et al.* 2000, Pérez-Haase & Ninot 2003). El grau en què aquestes comunitats responen als principals gra-

1. Grup de Geobotànica i Cartografia de la Vegetació (GEOVEG), Departament de Biologia Vegetal, Universitat de Barcelona. Av. Diagonal 645, E-08028 Barcelona

*aaronperez@ub.edu

dients ambientals ha estat relativament poc estudiat als Pirineus (Pérez-Haase & Ninot 2008).

La classificació de la vegetació de les mollerres als Pirineus s'ha abordat sobretot des de la fitosociologia. Diferents autors (Ballesteros *et al.* 1983, Braun-Blanquet 1948, Casanovas 1991, Carrillo & Ninot 1992) han descrit els principals tipus de comunitats, però queden encara àrees poc estudiades, com la Vall d'Aran. Els estudis fitosociològics, d'altra banda, representen únicament una aproximació molt general als patrons de distribució dels tipus de vegetació al llarg dels principals gradients ambientals (grau d'inundació i mineralització de l'aigua, sobretot).

En aquest treball presentem els principals resultats d'un estudi sobre la relació entre els diferents tipus de vegetació de mollerres i els gradients ambientals a la Vall d'Aran

Àrea d'estudi i metodologia

La Vall d'Aran, situada al vessant nord dels Pirineus, té una marcada influència atlàntica. S'hi combinen una bona diversitat de tipus hidrològics de mollerres amb una notable diversitat de substrats i una gran riquesa d'espècies lligades als ambients aigualosos (Pérez-Haase *et al.* 2008). Els sistemes de mollerres de mida mitjana hi són molt ben representats, especialment als estatges altimontà i subalpí, precisament on la vegetació de mollerres troba un òptim.

Vam seleccionar 12 sistemes de mollerres, en els que vam situar un total de 143 punts d'estudi (fig. 1). Els punts d'estudi es van distribuir de manera subjectiva per tal que quedessin representats tots els tipus fisiognòmics i hidrològics de mollerres presents a cada localitat. Totes les mesures les vam prendre en el període més sec de l'any, durant la tercera setmana de juliol dels anys 2007, 2008 i 2009.

A cada punt d'estudi vam realitzar un aixecament florístic en una superfície quadrada o rectangular homogènia (florísticament i ecològicament) de 6,25 m², valorant el recobriment de les espècies segons l'escala de Domin (Rodwell 1991). Vam registrar tots els cormòfits, i totes les moltes amb un recobriment superior al 4%, excepte pels esfagnes, que els vam determinar tots.

D'altra banda, al centre de cada inventari vam extreure una mostra d'aigua capil·lar retinguda als 20 cm superficials de torba o sòl mineral (segons cada cas). Un cop obtinguda l'aigua, en vam mesurar al camp el pH i la conductivitat amb un aparell portàtil. Al laboratori, mitjançant la tècnica de plasma acoblat, en vam calcular la concentració dels cations calci, magnesi, ferro, zenc, potassi i alumini i la concentració total de sofre i fòsfor. A partir de la suma de les concentracions de tots aquests elements vam construir la variable "Suma total de cations".

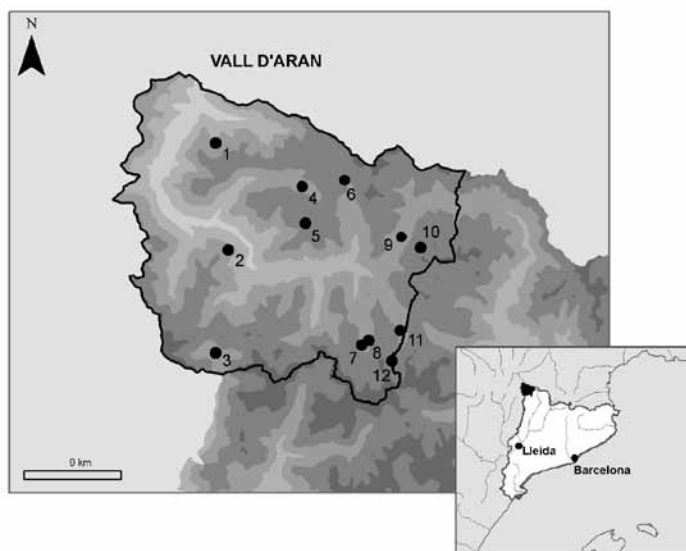


FIGURA 1. Localització dels sistemes de molles i torberes estudiats a la Vall d'Aran: 1, Toran; 2, bassa d'Oles; 3, val de Molières; 4, val de Varradòs; 5, Samont; 6, plan de Tor; 7, bassa Nera; 8, Aiguamòg; 9, plan de Beret; 10, clòt deth Os; 11, pònt de Locampo; 12, Saboredó.

Per estimar la profunditat de la capa saturada d'aigua, mitjançant una sonda de mitja canya de 2,6 cm de diàmetre, a cada punt d'estudi vam extreure un cilindre de sòl d'almenys 50 cm de llarg. A partir d'aquest, per fer l'estimació, vam seguir el mètode emprat per Miserere *et al.* (2003), que consisteix en pressionar suaument al llarg de tot cilindre de sòl fins a detectar aquella capa totalment amarada d'aigua. Posteriorment, vam categoritzar aquesta variable de la següent manera: 0, mollera inundada (aigua per damunt la superfície); 1, valor entre 0 i 10 cm de profunditat; 2, 10-20 cm; 3, 20-30 cm; 4, 30-40 cm; 5, 40-50 cm; 6, 50-60 cm; 7, per sota de 60 cm.

La profunditat de torba la vam mesurar manualment en cada testimoni de sòl. Aquesta variable la vam categoritzar de la següent manera: 0, sense torba; 1, gruix de torba (horitzó hístic) entre 0 i 10 cm; 2, 10-20 cm; 3, 20-30 cm; 4, 30-40 cm; 5, 40-50 cm; 6, 50-60 cm; 7, més de 60 cm.

Tots els inventaris els vam classificar mitjançant l'algorítme Fuzzy-C-Means. El nombre de grups de la classificació numèrica el vam triar segons els valors de l'estadístic pseudo-F (de Cáceres 2005).

Resultats i discussió

La classificació numèrica més satisfactòria consta de 14 grups, que hem anomenat basant-nos en les característiques del medi en el que es fan i també en alguna espècie característica o dominant (taula 1). En ells trobem comunitats esteses arreu dels Pirineus (molleres tolerants al calci amb *Carex nigra* i *Swertia perennis*, molleres calcícoles amb *Carex davalliana*, catifes acidòfiles de *Carex nigra* i esfagnes, etc.), però també formes genuïnes de la Vall d'Aran, com les molleres tolerants al calci de *Sphagnum warnstorffii*, la catifa de *Calliergonella cuspidata* i *Comarum palustre*, o els herbassars amb *Calliergon giganteum* i *Narthecium ossifragum*. D'altra banda, aquests darrers grups no troben bon encaix en cap de les tipologies descrites pels fitosociòlegs als Pirineus (Ninot et al. 2000).

Pel que fa a la diversitat de tipus hidrològics, vam constatar la importància i diversitat de sistemes quasi-ombrotròfics d'esfagnes. A la Vall d'Aran, aquests bonys d'esfagnes presenten una bona diversitat, que sovint es manifesta en les diferents espècies dominants. Les més comunes són *Sphagnum magellanicum*, *S. papillosum* i *S. capillifolium*, essent aquesta darrera l'espècie més tolerant a la dessecació juntament amb *S. fuscum*, amb el qual conviu. D'altra banda, destaquem la catifa d'esfagnes limnogènica (catifes acidòfiles de *Carex lasiocarpa* amb esfagnes), un element singular que, als Pirineus, només coneixem a la bassa Nera (descrita en detall a Pérez-Haase & Ninot 2008) i de l'estany del Racó, prop de la Bullosa (Alta Cerdanya).

En relació a les diferents variables, la profunditat de torba és molt heterogènia, però sovint els valors més alts van associats a la riquesa d'esfagnes. En canvi, variables tan importants com el pH, la suma dels cations de l'aigua (grau de mineralització) o la posició de la capa saturada d'aigua mostren diferències importants entre bona part dels grups. Pel que fa a la mineralització de l'aigua, són les molleres calcícoles amb *Carex davalliana* les que mostren els valors més elevats. Aquest tret es deu especialment a l'elevada quantitat de calci d'aquestes molleres. Són comunitats sovint associades a petits corrents d'aigua superficials que, fins i tot sobre granits, van enriquint el sòl en calci, magnesi, etc. El grau de mineralització més baix el presenten les catifes d'esfagnes amb *Carex lasiocarpa*, amb valors baixíssims, més propis de les molleres ombrotròfiques que de les limnogèniques. Així, fins i tot els bonys d'esfagnes i ericàcies (ja siguin dominats per *Sphagnum magellanicum* o per *S. capillifolium*), tot i ser sistemes molt propers a l'ombrotròfia, presenten nivells més alts de mineralització. En algun cas, els valors elevats trobats en aquests bonys d'esfagnes es poden atribuir a la influència de l'aigua pròpia de les molleres que es fan a la seva base, ja clarament minerotrófiques i sovint riques en calci. En relació a la profunditat de la capa saturada d'aigua, van resultar ésser els bonys d'esfagnes els que la presentaven en una posició més enfonsada (els esfagnes més xeròfils són *S. ma-*

gellanicum i *S. capillifolium*). En aquests sistemes penetren àmpliament espècies acidòfiles més aviat pròpies dels boscs i de les landes d'ericàcies (*Homogyne alpina*, *Vaccinium uliginosum*, *Melampyrum pratense*, etc.). Les altres tipologies, si bé són força variables, presenten en molts casos la zona principal d'arrelament (els primers 10 cm de sòl) amarada d'aigua. Aquest fet deu determinar una forta restricció per moltes espècies i la flora associada ja és molt més especialista d'àrees inundades.

Conclusions

En les molles estudiades vam registrar diferències notables pel que fa a les característiques hidrològiques i a la química de l'aigua. Aquest fet, unit a que la flora associada a aquests hàbitats -força diversa- respon clarament a les condicions ambientals, porta a l'arranjament de les diferents comunitats de les molles en mosaics complexos. Aquests mosaics conformen sistemes de molles ben desenvolupats en els que troben refugi un bon nombre d'espècies d'àrea molt reduïda al Pirineus.

Bibliografia

- BALLESTEROS, E., BAULIES, X., CANALIS, V. & SEBASTIÀ, T. 2003. Landes, torberes i molles de l'Alta Ribagorça. *Collect. Bot.* (Barcelona) 14: 55-84.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1948. *La végétation alpine des Pyrénées Orientales*. Monografías de la Estación de Estudios Pirenaicos y del Instituto Español de Edafología, Ecología y Fisiología Vegetal, 9 (Bot. 1), Barcelona.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1979. *Fitosociología*. H. Blume ediciones, Madrid.
- DE CÁCERES, M. 2005. *La classificació numèrica de la vegetació basada en la composició florística*. Tesi doctoral, Universitat de Barcelona.
- CARRILLO, E. & NINOT, J. M. 1992. Flora i vegetació de les valls d'Espot i de Boí. *IEC. Arxius Sec. Cièn.* 99 (2): 1-350.
- CASANOVA, L. 1991. *Estudis sobre l'estructura i l'ecologia de les molles pirinenques*. Tesi doctoral, Universitat de Barcelona.
- MISERERE, L., MONTACCHINI, F. & BUFFA, G. 2003. Ecology of some mire and bog plant communities in the Western Italian Alps. *J. Limnol.* 62(1): 88-96
- NINOT, J.M., CARRERAS, J., CARRILLO, E. & VIGO, J. 2000. Syntaxonomic conspectus of the vegetation of Catalonia and Andorra. I: Hygrophilous herbaceous communities. *Acta Bot. Barcin.* 46: 191-237.
- PÉREZ-HAASE, A. & NINOT, J.M. 2003. Patrons biogeogràfics a les molles dels Pirineus catalans. *VI Jornades sobre recerca al Parc Nacional d'Aiguestortes i Estany de Sant Maurici*: 119-134.
- PÉREZ-HAASE, A. & NINOT, J.M. 2008. Caracterització florística i ecològica de les molles de la Bassa Nera (Aiguamòg). *VII Jornades sobre Recerca al Parc Nacional d'Aiguestortes i Estany de Sant Maurici*: 193-213.
- RODWELL, J. S., ed. 1991. *British Plant Communities. Volume 1. Woodlands and scrub*. Cambridge University Press, Cambridge.

TAULA 1. Mitjanes i desviacions estàndard de les variables mesurades per als diferents grups de molletes reconeguts en les anàlisis estadístiques. La profunditat de la torba i la profunditat del nivell freàtic estan codificades segons s'explica a la metodologia. Els recobriments dels grups d'espècies vegetals estan calculats mitjançant la suma dels recobriments de les espècies que en fan part.

Tipus de vegetació	Nombre d'inventaris	Altitud (m s.n.m.)	Suma total de cations (mg/l)	pH de l'aigua	Conductivitat de l'aigua (μ S)	Profunditat del nivell freàtic	Profunditat de torba	Recobriments de plantes vasculares (%)	Recobriments de briòfits (%)	Recobriments d'espècies
1. Molletes calcícoles de <i>Scirpus cespitosus</i>	14	1.819 \pm 150	16,6 \pm 6,9	5,9 \pm 0,4	105 \pm 52	6,1 \pm 0,7	2,6 \pm 1	122 \pm 21	52 \pm 23	3 \pm 6
2. Molletes calcícoles amb <i>Carex darvalitana</i>	6	1.920 \pm 209	32,3 \pm 14,7	6,6 \pm 0,4	178 \pm 78	5,5 \pm 0,9	1,9 \pm 1,2	128 \pm 38	45 \pm 20	0 \pm 0
3. Molletes calcitolerants de <i>Carex nigra</i> amb <i>Suaeda perennis</i>	7	2.218 \pm 10	25,5 \pm 9,7	6 \pm 0,2	160 \pm 71	4,7 \pm 0,6	3 \pm 1	160 \pm 40	19 \pm 10	7 \pm 10
4. Catifes de <i>Calliergonella cuspidata</i> amb <i>Potentilla palustris</i>	10	1.821 \pm 106	27,1 \pm 10	6,2 \pm 0,4	210 \pm 64	6,2 \pm 0,8	2,7 \pm 1,9	121 \pm 23	67 \pm 22	0 \pm 0
5. Molletes calcitolerants amb <i>Sphagnum warnstorffii</i>	5	1.825 \pm 167	15,4 \pm 4,8	6 \pm 0,6	90 \pm 29	3,1 \pm 2	2,5 \pm 1,5	168 \pm 37	52 \pm 38	38 \pm 33
6. Molletes acidòfiles inundades	3	2.164 \pm 94	6,1 \pm 5,4	5,1 \pm 0,5	73 \pm 69	6,4 \pm 0,5	4,4 \pm 1,3	95 \pm 26	69 \pm 37	27 \pm 46
7. Catifes acidòfiles de <i>Carex nigra</i> i esfagnes	8	2.063 \pm 127	11,3 \pm 2,9	5,6 \pm 0,6	82 \pm 45	5,4 \pm 1,1	3,3 \pm 1,3	114 \pm 24	72 \pm 35	70 \pm 34
8. Molletes acidòfiles de <i>Scirpus cespitosus</i>	9	2.042 \pm 112	24,4 \pm 23,7	5,6 \pm 0,2	91 \pm 75	5 \pm 2,1	3,2 \pm 2,1	107 \pm 39	83 \pm 29	48 \pm 50
9. Herbassars amb <i>Narthecium ossifragum</i> i <i>Calliergon giganteum</i>	14	1.405 \pm 19	11,1 \pm 1,6	5,6 \pm 0,2	63 \pm 20	6 \pm 0,7	1 \pm 0	167 \pm 31	64 \pm 16	23 \pm 13
10. Bonyes montans dominats per <i>Sphagnum palustre</i>	9	1.634 \pm 0	27,5 \pm 8,2	5,7 \pm 0,2	126 \pm 52	5,7 \pm 0,6	6,7 \pm 0,6	99 \pm 18	88 \pm 9	81 \pm 13
11. Bonyes dominats per <i>Sphagnum capillifolium</i>	7	1.925 \pm 203	21,7 \pm 17,2	4,9 \pm 0,9	135 \pm 80	2,1 \pm 1,6	4,7 \pm 1,6	113 \pm 57	89 \pm 17	79 \pm 32
12. Bonyes dominats per <i>Sphagnum papillosum</i>	3	1.832 \pm 108	13,3 \pm 3,3	5,3 \pm 0,6	86 \pm 34	4,3 \pm 1,7	4,1 \pm 1,5	143 \pm 50	86 \pm 9	76 \pm 27
13. Bonyes dominats per <i>Sphagnum magellanicum</i>	3	1.889 \pm 1	11,6 \pm 3	4,1 \pm 0,1	78 \pm 34	3 \pm 2	5,3 \pm 2,1	167 \pm 37	97 \pm 12	93 \pm 10
14. Catifes acidòfiles de <i>Carex lasiocarpa</i> amb esfagnes	13	1.889 \pm 0	5,8 \pm 1,3	4,4 \pm 0,1	33 \pm 8	5,7 \pm 1	4 \pm 3,3	120 \pm 49	93 \pm 3	91 \pm 3

Nuevas poblaciones de *Dianthus barbatus* L. (*Caryophyllaceae*) y *Lathyrus vivanii* P. Monts. (*Fabaceae*) en el Pirineo Aragónés

Javier Puente Cabeza¹

.....

ABSTRACT

New populations of *Dianthus barbatus* L. (*Caryophyllaceae*) and *Lathyrus vivanii* P. Monts. (*Fabaceae*) in the Pyrenees of Aragón (NE. Spain)

In recent years, the Forest Rangers of Aragón have found a new population of *Dianthus barbatus* in the valley of Benasque and one of *Lathyrus vivanii* in the valley of Ansó. The *D. barbatus* population has 3 nuclei, in about 5.000 m², with at least 146 plants. It grows in ravines with large stones and rocky slopes, with few or no trees. It is threatened by scrub clearance on a roadside and eventual works to prevent avalanches. The *L. vivanii* population occupies only 65 m² of fixed calcareous scree facing north, but with many aerial shoots (about 13,000), and many flowers. Therefore, it is much larger than the previously known population, in the valley of Hecho, where there are 60-70 aerial shoots, 2-3 of which have flowered in recent years. The Ansó population does not suffer from any immediate threats, although a path goes right through it. The collaboration of the Rangers is very important to find out the distribution of threatened plant species.

Key words: threatened flora, chorology, plant conservation, Huesca, Jacetania, Ribagorza

RESUMEN

En los últimos años, los Agentes para la Protección de la Naturaleza han encontrado una nueva población de *Dianthus barbatus* en el valle de Benasque y una de *Lathyrus vivanii* en el valle de Ansó. La de *D. barbatus* está formada por 3 núcleos, con unos 5.000 m² en total, y suma al menos 146 pies. Ocupa barrancos con grandes bloques erráticos de piedra y taludes pedregosos, sin árboles o con pocos árboles. Está amenazada por los desbroces practicados en la cuneta de una carretera y por las posibles obras antialudes. La de *L. vivanii* ocupa sólo 65 m² de una glera caliza fijada orientada al norte, pero con numerosos brotes aéreos (unos 13.000) y muchas flores. Por lo tanto, es una población mucho mayor que la otra que se conocía hasta ahora, la del valle de Hecho, donde hay entre 60 y 70 brotes aéreos, de los cuales en los últimos años sólo han florecido 2 ó 3. La población de Ansó no está amenazada aunque la atraviesa una senda. La colaboración de los Agentes es muy importante para conocer bien el área de distribución de la flora amenazada.

Palabras clave: flora amenazada, corología, conservación de plantas, Huesca, Jacetania, Ribagorza

1. Servicio Provincial de Medio Ambiente de Huesca. General Lasheras 8, E-22071 Huesca. jpunte@aragon.es

Introducción

Dianthus barbatus L. es un clavel silvestre repartido por el sur de Europa y el Cáucaso que, en la península Ibérica, sólo llega hasta el Pirineo catalán y el extremo más oriental del aragonés. En la vertiente francesa se extiende más al oeste, hasta el valle de Aspe. Se ha considerado especie amenazada en el Pirineo aragonés (Villar *et al.* 1997) y casi amenazada en la Lista Roja de la Flora Vascular Española (Moreno 2008); además, está legalmente protegida en Aragón en la categoría de vulnerable.

Antes de 2008 conocíamos una población en el valle de Barrancs (Benasque), de donde podría proceder el pliego de herbario de 1993 (Fabregat *et al.* 1995), aunque el cuadrado no coincide. Ocupa unos 50 m² y se han contado 30 matas. Está junto al río, en un pastizal subalpino con rododendro, a unos 2.100 m de altitud. También se citó del valle de Salenques, donde no se ha vuelto a ver desde 1995, y recientemente se encontró en el valle de Estós (Benasque). Zetterstedt (1857) lo mencionó en el puerto de Plan, sin concretar más, donde no se ha vuelto a encontrar.

Lathyrus vivanii P. Monts. es una leguminosa descrita por Montserrat (1981) con plantas recolectadas por Jean Vivant en 1966 al norte del pico de Sesques, en el valle de Ossau (Pyrénées-Atlantiques). Se ha considerado por algunos autores sinónimo de *L. tournefortii* (Lapeyr.) A.W. Hill, pero ha quedado demostrado que son especies diferentes (Lazare 1997). *L. vivanii* es endémico de los Pirineos occidentales, tanto franceses como españoles. Su límite por el oeste alcanza la Navarra media occidental y el País Vasco limítrofe, mientras que el extremo este llega a los valles de Aspe y Ossau, en la vertiente septentrional de la cordillera. Entra en Aragón por el Pirineo más occidental, cerca de las poblaciones navarras de Larra. Vive en comunidades de megaforbios a la sombra de paredes rocosas calizas, a menudo en lugares donde se acumula nieve (Montserrat 1982). Se ha considerado como amenazada en Navarra (Aizpuru *et al.* 1990) y vulnerable en la Lista Roja de la Flora Vascular Española (Moreno, 2008); goza asimismo de protección legal en el País Vasco (vulnerable), en Navarra (sensible a la alteración de su hábitat) y en Aragón (vulnerable).

En el departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, hasta 2009, sólo conocíamos una población, en el valle de Hecho. Vive en un barranco sobre calizas por el que sólo baja agua tras las tormentas, rodeado de un hayedo-abetal, entre 1.150 y 1.200 m de altitud. Consta de dos núcleos, que suman una superficie de 4 m² y un total de entre 60 y 70 brotes aéreos, según el año. Por el momento, sólo se han visto 2-3 brotes reproductores, con 2-3 flores o legumbres cada uno. Las otras citas que se desprenden de los correspondientes pliegos de herbario no se han vuelto a localizar por el momento, a pesar de las búsquedas efectuadas.

Material y métodos

Desde hace años, los Agentes para la Protección de la Naturaleza (A.P.N.) del Gobierno de Aragón colaboran en la obtención de datos sobre las poblaciones de plantas incluidas en el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón (aprobado por Decreto 49/1995, de 28 de marzo, del Gobierno de Aragón, y modificado por Orden de 4 de marzo de 2004, del Departamento de Medio Ambiente, y por Decreto 181/2005, de 6 de septiembre). Para ello, se les enseña a reconocer las especies y se les dan conocimientos básicos sobre su ecología y biología. Así pueden realizar labores de seguimiento de las poblaciones y de vigilancia en cuanto al cumplimiento de la protección legal, pero también encuentran nuevas poblaciones, bien prospectando zonas de hábitat potencial o, lo que es más frecuente, mientras desempeñan otras tareas. Cuando avisan del hallazgo de una posible nueva localidad de flora catalogada, se visita el lugar con un navegador G.P.S., se toman las coordenadas, el área de ocupación, las características del medio abiótico y biótico, se anotan posibles amenazas y se hace un censo, una estimación de individuos (con superficie y densidad) o se registra algún elemento que se pueda contar en cada caso (matas separadas, brotes aéreos, rosetas, etc.). En esta nota, se presentan dos especies en las que se han producido hallazgos recientes a escala detallada.

Resultados

***Dianthus barbatus* L.** El A.P.N. Luis Palacio encontró una nueva población en la parte baja del valle de Benasque en 2008. En 2009, se encontraron dos núcleos más. Sumando los tres, el área de ocupación es de 5.000 m² y se han contado 146 pies. Crece en barrancos de montaña, con grandes bloques erráticos (granitos, calizas y pizarras), y en taludes pedregosos con pocos árboles, con una pendiente que va del 0 al 100%, en áreas expuestas al norte y al este, a una altitud de 1.340 a 1.450 m, muy inferior a la de las otras poblaciones aragonesas conocidas. Convive con *Fraxinus excelsior* L., *Corylus avellana* L., *Sambucus racemosa* L., *Betula pendula* Roth, *Rubus idaeus* L., *Trifolium rubens* L., *Scrophularia alpestris* J. Gay ex Bentham, *Dactylis glomerata* L., *Melilotus albus* Medik., *Origanum vulgare* L., *Sedum rupestre* L., *S. album* L., *Dianthus hyssopifolius* L., *Lathyrus sylvestris* L. subsp. *pyrenaicus* (Jord.) O. Bolòs & Vigo, *L. pratensis* L., *Eupatorium cannabinum* L., *Malva moschata* L. e *Hypericum perforatum* L. Florece en julio. Sobre esta población pesa la amenaza de eventuales obras en la carretera A-139 de Benasque a los Llanos del Hospital (fig. 1), desbroces en las cunetas, obras antialudes, incluso urbanización, canteras, vertidos, etc.



FIGURA 1. Nueva población de *Dianthus barbatus* en la cuneta de la carretera A-139 (valle de Benasque)

***Lathyrus vivanii* P. Monts.** En 2009, el A.P.N. Miguel Ángel Bautista encontró una nueva población en el valle de Ansó, en la zona de Petrechema. Ocupa 65 m² de una glera caliza fijada orientada al norte, a la sombra de una pared rocosa (fig. 2), a 1.740 m de altitud, con gran densidad de brotes aéreos (a partir de la densidad y la superficie, se han estimado unos 13.000), y con muchas flores. Por lo tanto, es una población mucho mayor y más vigorosa que la del valle de Hecho. Esta población está libre de amenazas inmediatas, aunque la atraviesa una senda. Otras especies acompañantes son *Valeriana montana* L., *Helleborus viridis* L. subsp. *occidentalis* (Reut.) Schiffner, *Senecio pyrenaicus* L., *Gentiana verna* L., *Horminum pyrenaicum* L. y *Adonis pyrenaica* DC. La pendiente del terreno es de un 40% y la exposición norte. Florece en junio.



FIGURA 2. Nueva población de *Lathyrus vivanii* en una glera caliza fijada, a la sombra de una pared, en Petrechema (valle de Ansó)

TABLA 1. Citas por cuadrados UTM de *Dianthus barbatus* y *Lathyrus vivanii* en Aragón

<i>Dianthus barbatus</i>					
cuadrado 1 X 1 km	topónimo	municipio	primera cita	confirmaciones posteriores	observaciones
31TCH0826	valle de Barrancs	Benasque (Hu)	J.V.Ferrández (1993); publicado en Fabregat <i>et al.</i> (1995)		podría corresponder al cuadrado vecino
31TCH0825	valle de Barrancs	Benasque (Hu)	G. Sanz (2006)	J. Puente y L. Palacio (2007)	podría ser la misma que se citó en 1993 en el cuadrado vecino
31TCH0124	plan de Rosec	Benasque (Hu)	L. Palacio (2008)	J. Puente y L. Palacio (2009)	
31TCH0024	plan de Rosec	Benasque (Hu)	L. Palacio y J. Puente (2009)		
31TCH0023	embalse de Paso Nuevo	Benasque (Hu)	L. Palacio y J. Puente (2009)		
31TBH9824	valle de Estós (cabaña Santa Ana)	Benasque (Hu)	M. Bernal (2007)		
31TBH1319	valle de Salenques	Montanuy (Hu)	J.V.Ferrández (1995); publicado en Fabregat <i>et al.</i> (1995)		buscada por J. Puente (2006) y G. Sanz (2006) y no relocalizada
<i>Lathyrus vivanii</i>					
cuadrado 1 X 1 Km	topónimo	municipio	primera cita	confirmaciones posteriores	observaciones
30TXN8648	Petrafiga	Ansó (Hu)	L. Villar (1975)		buscada por D. Goñi (2004) y no relocalizada
30TXM8352	Petrechema	Ansó (Hu)	M.A. Bautista y J. Puente (2009)		
30TXN8740	barranco de Agüerri	Valle de Hecho (Hu)	L. Villar (1972)		buscada por D. Goñi (2004) y J. Puente (2006) y no relocalizada; el hábitat no parece adecuado; puede ser una confusión con la canaliza de La Pinoso, que baja de la zona de Agüerri, pero está en otro cuadrado
30TXN9041	Agüerri	Valle de Hecho (Hu)	L. Villar (1974)		puede ser una confusión con la canaliza de La Pinoso, que baja de la zona de Agüerri, pero está en otro cuadrado
30TXN8741	canaliza de La Pinoso	Valle de Hecho (Hu)	C. Calvo (1983)	J. Puente y E. Gil (2007, 2008, 2009)	

Discusión

En la tabla 1 se actualizan las citas de *Dianthus barbatus* en el Pirineo aragonés después de estos hallazgos. El cuadrado UTM de 1 x 1 km que conocemos en el valle de Barrancs no coincide exactamente con el pliego de herbario de 1993 (cita publicada por Fabregat *et al.*, 1995), pero bien podría referirse al mismo núcleo. Es probable que la población que se citó en el valle de Salenques siga existiendo aunque no la hayamos relocalizado recientemente, pues se encuentra dentro del Parque Natural Posets-Maladeta y esa área no ha sufrido ningún impacto. Por lo tanto, podemos concluir que hay 3-4 poblaciones de esta cariofilácea en el Pirineo de Aragón (fig. 3), con varios cientos de plantas. La nueva población está muy amenazada, mientras que las otras apenas se ven afectadas por el hombre.



FIGURA 3. Mapa de distribución de *Dianthus barbatus* y *Lathyrus vivanti* en el Pirineo aragonés

De *Lathyrus vivanti* se han citado 5 cuadrados de 1 x 1 km (tabla 1), pero 3 de ellos son asignados a citas antiguas e imprecisas, por lo que se podrían descartar. Esto nos deja dos poblaciones concretas conocidas en años recientes (figura 3): la de la canaliza de La Pinosa, en el valle de Hecho, muy pequeña, y la de Petrechema, en el valle de Anso, mucho mayor. Afortunadamente, ambas se hallan libres de amenazas inmediatas.

Las aportaciones que se recogen en esta nota no cambian el área de distribución conocida de estas dos especies en el conjunto de los Pirineos, pero

sí que lo afinan al nivel detallado que es necesario para la gestión de la flora legalmente protegida y del cual no se disponía previamente. Finalmente, podemos concluir que los Agentes para la Protección de la Naturaleza formados y motivados son, por su número y tiempo pasado en el monte, una fuente importante de información tanto en prospecciones organizadas como fortuitas en torno a la flora amenazada en Aragón.

Agradecimientos

A todos los Agentes para la Protección de la Naturaleza que colaboran en las tareas de seguimiento y prospección de flora catalogada, y especialmente a Luis Palacio Sampallo, que encontró la nueva población de *Dianthus barbatus*, y a Miguel Ángel Bautista Muñoz, que localizó el *Lathyrus vivanii* de Ansó.

Bibliografía

- AIZPURU, I., BÁSCONES, J.C., CATALÁN, P. & ÚRSUA, C. 1990 Aproximación al catálogo de la flora amenazada de Navarra. In: Villar, L. (ed.), *Botánica pirenaico-cantábrica*: 627-631. Instituto de Estudios Altoaragoneses e Instituto Pirenaico de Ecología, Huesca.
- FABREGAT, C., FERRÁNDEZ, J.V., LÓPEZ-UDIAS, S., MATEO, G., MOLERO, J., SÁEZ, L., SESÉ, J.A. & VILLAR, L. 1995 Nuevas aportaciones a la flora de Aragón. *Lucas Mallada* 7: 165-192.
- LAZARE, J.-J. 1997 À propos de *Lathyrus tournefortii* (Lapeyr.) A.W. Hill et de *Lathyrus vivanii* P. Monts. *J. Bot. Soc. Bot. France* 4: 47-49.
- MONTSERRAT, P. 1981 *Lathyrus vivanii* P. Monts., sp. nov. *Bull. Soc. Bot. France* 127: 517-518.
- MONTSERRAT, P. 1982 *Lathyrus vivanii* P. Montserrat-Recoder aux Pyrénées occidentales *Bull. Soc. Bot. France* 129: 321-323.
- MORENO, J. C. (coord.) 2008 *Lista Roja 2008 de la flora vascular española*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino) y Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas, Madrid.
- VILLAR, L., SESÉ, J. A., GOÑI, D., FERRÁNDEZ, J. V., GUZMÁN, D. & CATALÁN, P. 1997 Sur la flore endémique et menacée des Pyrénées (Aragon et Navarre). *Lagascalia* 19: 673-684.
- ZETTERSTEDT, J. E. 1857 *Plantes vasculaires des Pyrénées principales*. Librairie A. Frank, Paris.

Canvis de la vegetació en el domini potencial del bosc de pi negre al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici en el període 1956-2008

Aleix Puente¹*, Jordi Carreras¹, Empar Carrillo¹ & Josep M. Ninot¹

.....

ABSTRACT

Vegetation changes in the forest domain of the mountain pine in the Aigüestortes i Estany de Sant Maurici National Park from 1956 to 2008

The aim of this study is to evaluate the landscape changes occurred in the *Pinus uncinata* domain in the subalpine belt of the "Aigüestortes i Estany de Sant Maurici" National Park during the second half of the twentieth century. The sharp decline in the traditional exploitation (i.e., forestry and livestock grazing) might have produced a rise in the forest area. Photointerpretation (scale 1:5000) of white/black aerial images from 1956 and colour orthoimages from 2008 have led us to develop a diachronical mapping using ArcGIS 9.3 and ArcInfo.

The map is based on 14 physiognomical vegetation units clearly distinct on the images, and covers 15,287 ha. Most of this area (86.23%) is potentially colonisable by subalpine pinewoods of *Pinus uncinata*, while the rest is occupied by permanent vegetation communities.

Spontaneous reforestation, basically consisting of a densification of former forest areas, is reflected in small net changes -2.01% rise of dense forest, or 1.55% decrease of grasslands. The vast majority of changes are progressive, namely along the secondary succession through close serial units. Half of the total regressive change areas are directly caused by the impact of human activities (ski resort or water reservoirs), mainly in the buffer zone of the Park.

Key words: diachronic, GIS, landscape ecology, *Pinus uncinata*, Pyrenees, subalpine, vegetation dynamics

RESUM

En aquest treball avaluem els canvis de paisatge ocorreguts al domini potencial dels boscos de *Pinus uncinata*, a l'estatge subalpí del Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici, durant la segona meitat del segle vint. L'important declivi ocorregut en d'explotació agropecuària tradicional feia preveure una notable recuperació forestal. A partir de la fotointerpretació d'imatges en blanc i negre de 1956 i d'ortoimatges de 2008, hem creat una cartografia diacrònica emprant el programari ArcGIS 9.2.

El mapa resultant té 14 unitats fisiognòmiques identificables en pantalla i cobreix una superfície de 15.287 ha de la qual la major part (un 86,23%) és àrea potencial dels boscos subalpins de *Pinus uncinata*, i la resta correspon a vegetació permanent.

1. Grup de Recerca de Geobotànica i Cartografia de la Vegetació (GEOVEG) Departament de Biologia Vegetal, Universitat de Barcelona. Av. Diagonal 645, E-08028 Barcelona

* aleixpuente@gmail.com

Durant el passat mig segle, els canvis nets han estat relativament lleus; el bosc dens ha augmentat un 2,11%, i les pastures han disminuït un 1,55%. Bona part de la reforestació correspon a densificació arbòria en àrees que ja eren forestals. La gran majoria dels canvis són de tipus progressiu, en el sentit de la successió secundària. La meitat dels canvis regressius, sobretot ocoreguts a la zona perifèrica, són resultat de les activitats antròpiques, principalment construcció d'embassaments i obertura de pistes d'esquí.

Mots clau: ciència del paisatge, diacrònic, dinàmica de la vegetació, *Pinus uncinata*, Pirineus, SIG, subalpi

Introducció

El mosaic paisatgístic és el resultat de la interacció dinàmica i inestable entre factors abiòtics (climàtics, geològics) i biòtics (competència interespecífica, efectes de l'explotació antròpica dels recursos naturals...). La vegetació és un important component del paisatge, que permet analitzar els factors esmentats per tal com els integra i resumeix.

En general, la població dels Pirineus es va mantenir més o menys estable fins a mitjans del segle XVIII, quan va créixer fins a assolir el màxim a mitjans del segle XIX (Nadal 2002). Es va arribar a un intens aprofitament dels recursos forestals, així com a una elevada pressió agrícola i ramadera. Actualment, el declivi de la població rural i la desaparició de les formes d'explotació tradicional produeixen canvis apreciables en el paisatge dels Pirineus (Lasanta-Martínez *et al.* 2005), com a moltes àrees de muntanya d'arreu del món.

A l'estatge subalpi dels Pirineus s'ha documentat un augment de la superfície forestal en detriment d'una disminució de les pastures secundàries (Monje 2003, Roura-Pascual 2005, Améztegui *et al.* 2010). En el cas concret del Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici, l'estricta regulació lligada a la seva figura de protecció implica la minimització de les activitats d'aprofitament dels recursos naturals. Per aquest motiu constitueix un laboratori d'assaig excepcional per a l'anàlisi dels efectes dels canvis socioeconòmics en els ecosistemes.

A l'àrea d'estudi s'han documentat parcialment els canvis forestals de l'estatge subalpi en diversos treballs (Piqué & Gràcia 2004, Camarero & Gutiérrez, 2004) però no tenim una estimació global dels canvis de la vegetació d'aquest estatge al conjunt del Parc ni de la velocitat amb que succeeixen. La possibilitat d'utilitzar fotos aèries antigues, rectificades en ortoimatges, ens permet abordar amb precisió la quantificació d'aquests canvis.

L'objectiu genèric d'aquest treball és avaluar els canvis i analitzar la dinàmica espacial de la vegetació subalpina del Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici durant el període 1956-2008.

Metodologia

ÀREA D'ESTUDI

L'àrea d'estudi comprèn el domini potencial dels boscos de pi negre (*Pinus uncinata*) del Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici, pràcticament la totalitat de l'estatge subalpí. Com a límit superior es va utilitzar la línia supraforestal traçada per Carreras et al (1996) i el límit inferior s'ha extret a partir de la cartografia de la vegetació de Catalunya (Carrillo & Ninot 1998). L'àrea d'estudi, compresa entre els 1600 (1527) m i els 2400 (2555) m, fa una àmplia franja entre l'estatge alpí, illa biogeogràfica restringida a les cotes més elevades dels Pirineus, i l'estatge montà, àmpliament estès per les terres basals. La complexitat del relleu hi origina una gran heterogeneïtat d'ambients amb condicions ecològiques diverses, que possibiliten l'establiment de diferents comunitats vegetals tipificades en diversos treballs fitocenològics (Carrillo & Ninot 1992, Ninot et al. 2007).

Als vessants obacs hi ha extenses pinedes acidòfiles del *Rhododendro-Pinetum uncinatae*, a vegades barrejades amb avet (*Abies alba*). Les àrees no forestals són un mosaic constituït per claps de matollar de neret (*Rhododendron ferrugineum*), gespets d'afinitat alpina a les cotes altes (*Selino-Festucetum eskiae*) i a les zones planes pastures subalpines secundàries de caràcter mesòfil (*Alchemillo-Nardetum strictae*) o bé higròfil (*Selino-Nardetum strictae*).

A les solanes, força desforestades i de fort pendent, hi trobem un paisatge format per un mosaic complex on els boscos esclarissats de pi negre (*Arctostaphylo-Pinetum uncinatae*) es barregen amb matollars de ginebró (*Juniperus communis* ssp. *nana*) i escobes (*Genista europaea* ssp. *balansae*), pastures xeròfiles de sudorn (*Hieracio-Festucetum paniculatae*), pastures esglaonades de gesp (*Carici-Festucetum eskiae*) i vegetació de zones rocoses (*Androsacion vandellii*, *Saxifragion mediae*, *Dryopteridion oreadis*...)

Sobre substrat calcari, als obacs hi poden créixer pinedes calcícoles mesòfiles del *Pulsatillo-Pinetum uncinatae*, i als solells pinedes xeròfiles de l'*Arctostaphylo-Pinetum uncinatae rhamnatosum alpini*. A les àrees desforestades, que predominen tant als obacs com als solells, hi trobem una gran diversitat de matollars, tapissos subarbusius i prats (*Juniperion nanae*, *Primulion intricatae*, *Elyniion*, *Festucion scopariae*).

En alguns fons de vall s'hi fan retalls de prats altimontans silicícoles mesòfils (*Chamaespartio-Agrostidetum*), ja en el seu límit altitudinal superior.

CARTOGRAFIA DIACRÒNICA

La cartografia diacrònica l'hem realitzat a partir de les imatges aèries del vol de 1956, rectificades i georeferenciades per poder comparar-les amb les

ortofotografies aèries en color de l'any 2008 (sèrie 1:5.000 amb un píxel de 50 cm), i quantificar amb precisió la magnitud dels canvis. A partir de la fotointerpretació de les imatges, mitjançant les aplicacions de SIG ArcGis 9.2 i ArcInfo a una escala 1: 5.000, hem generat una cobertura de polígons amb dos camps d'informació, referents a la vegetació de 1956 i de 2008.

Tot i que la informació cartogràfica sobre la vegetació de l'àrea estudiada és força detallada (Carrillo & Ninot 1998, Pérez-Haase 2008) ha calgut resumir-la definint unitats fisiognòmiques simples, distingibles a les imatges de 1956. Hem diferenciat 14 unitats de vegetació, que comentem seguidament, agrupades en 3 blocs conceptuals:

A) Unitats serials no antròpiques. Hi incloem les unitats cartogràfiques que es poden assimilar a les comunitats que conformen les sèries de successió de les pinedes subalpines. Ordenades de major a menor complexitat estructural i maduresa, són:

1. Bosc dens. Pinedes, tant silícioles com calcícoles, amb un estrat arbori més o menys dens.
2. Bosc dispers. Pinedes amb estrat arbori esclarissat, sense estrat arbustiu. En molts casos es tracta de zones de transició entre pastures i bosc, o bé de pastures amb un estrat arbori espars.
3. Matollar amb arbres dispersos. Matollars, bàsicament de *Rhododendron ferrugineum* o de *Genista europaea* ssp. *balansae*, amb arbres esparsos.
4. Bosquines caducifòlies. Bedollars secundaris i avellanoses mesohigròfiles dels marges dels corredors d'allaus.
5. Matollars. Comunitats arbustives tant dels solells, dominades per *Juniperus communis* ssp. *nana*, per *Genista europaea* ssp. *balansae* o per *Arctostaphylos uva-ursi*, com dels obacs (abarsetars, dominats per *Rhododendron ferrugineum*).
6. Prats. Engloba sobretot els prats propis de l'estatge subalpí, però també algunes comunitats herbàcies o subarbustives típicament alpines (que es troben a la part alta del domini de *Pinus uncinata* quan aquest falta), i alguns prats altimontans que s'estableixen als indrets més favorables de la zona inferior.
7. Prats poc densos. Formacions herbàcies amb recobriments baixos, que colonitzen terrenys rocallosos (caos de blocs estabilitzats, tarteres...).

B) Unitats de comunitats permanents. Corresponen a indrets amb condicions ecològiques particulars, que propicien comunitats fora de la dinàmica de la successió secundària general, i que n'impedeixen l'evolució a curt termini. La superfície ocupada per aquests tipus de comunitats és relativament reduïda. Són de caràcter natural, llevat d'alguns estanys amb presa artificial que n'ha elevat el nivell. Són:

8. Roques amb arbres dispersos. Superfícies rocoses molt pendents on no pot establir-se un sòl ben estructurat, i que duen arbres arrelats en fissures i relleixos.
9. Tarteres. Esbaldregalls i caos de blocs, sovint totalment erms.
10. Àrees rocoses. Afloraments de roca mare que constitueixen parets més o menys inclinades. Les seves característiques topogràfiques dificulten la quantificació precisa de les superfícies.
11. Molleres. Formacions herbàcies i muscinals que s'originen sobre sòls torbosos o de caràcter higromorf.
12. Estanys. Masses d'aigua naturals, o d'origen artificial recent.

C) Unitats serials antròpiques. Són les unitats que corresponen a alteracions severes de la vegetació per l'efecte directe d'activitats humanes d'explotació dels recursos naturals.

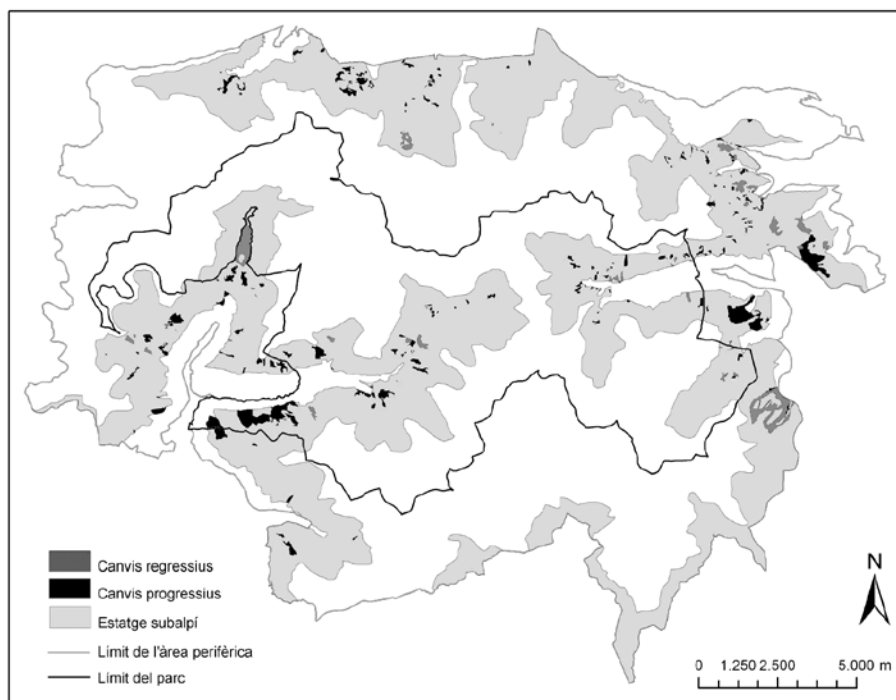


FIGURA 1. Mapa de l'àrea d'estudi on s'indiquen les àrees de canvi en el període 1956-2008.

13. Àrees afectades per activitats antròpiques. Hi agrupem les àrees de tala i les zones afectades per la construcció d'estacions d'esquí o d'infraestructures hidroelèctriques.
14. Conreus abandonats. Tenen una migrada representació dins l'àmbit de l'àrea d'estudi.

Resultats

El 86,23% de l'àrea d'estudi és colonitzable potencialment per pinedes de pi negre, mentre que la resta correspon als diversos tipus de comunitats permanents. Les masses forestals (bosc dens i dispers) ocupaven l'any 1956 el 35,3% del territori cartografiat.

La superfície total on hem detectat canvis és de 863,7 ha (5,65 %). El 75 % d'aquests canvis són de tipus progressiu, en el mateix sentit de la dinàmica successional, i la resta són regressius, en sentit invers. Una gran proporció d'aquests canvis s'observen a l'àrea perifèrica del Parc, i són causats bàsicament per l'acció directa de les activitats humanes (construcció d'infraestructures hidroelèctriques i d'estacions d'esquí, àrees de tala). Malgrat això, a la zona meridional de l'àrea d'estudi (vall d'Àssua i vall Fosca), molt desforestada i per tant dominada per prats, no s'hi han produït canvis (fig. 1).

Els canvis nets entre les proporcions de superfície ocupada per les unitats de vegetació cartografiades són petits (fig. 2). Els més destacables són l'increment del 2,07 % de bosc dens i la pèrdua d'un 1,55 % de prats respecte el total de la superfície potencial d'ocupació.

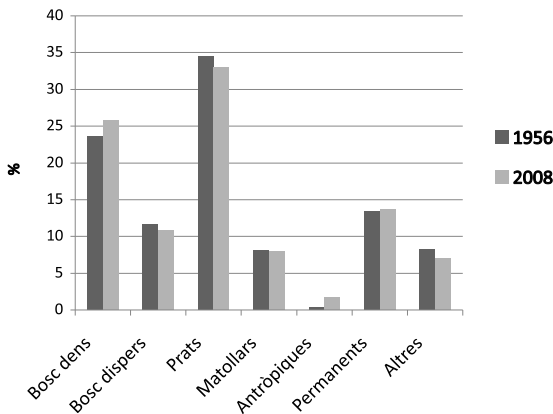


FIGURA 2. Canvis més destacables durant el període 1956-2008.

TAULA 1. Superfície ocupada per cada unitat de llegenda i percentatge de canvi net entre el 1956 i el 2008 respecte l'àrea total

		1956 (ha)	2008 (ha)	1956 (%)	2008 (%)	canvi net (%)
Unitats serials	Boscs densos	3.620,05	3.936,28	23,68	25,75	2,07
	Boscs dispers	1.784,17	1.645,44	11,67	10,76	-0,91
	Matollar i arbres dispersos	1.233,43	1.213,63	8,07	7,94	-0,13
	Bosquines caducifòlies	27,63	27,73	0,18	0,18	0,00
	Matollars	1.227,48	1.204,12	8,03	7,88	-0,15
	Prats	4.114,45	3.877,24	26,91	25,36	-1,55
	Prats poc densos	1.164,02	1.159,77	7,61	7,59	-0,02
Unitats antròpiques	Conreus abandonats	2,65	0	0,02	0	-0,02
	Àrees antròpiques	56,67	117,72	0,37	0,77	0,40
Unitats permanents	Roques i arbres dispersos	668,34	666,49	4,37	4,36	-0,01
	Tarteres	1.070,99	1.068,81	7,01	6,99	-0,02
	Àrees rocoses	70,15	70,15	0,46	0,46	0,00
	Molleres	37,57	35,87	0,25	0,23	-0,02
	Estanys	209,22	263,55	1,37	1,72	0,35
Total		15.286,82	15.286,82			

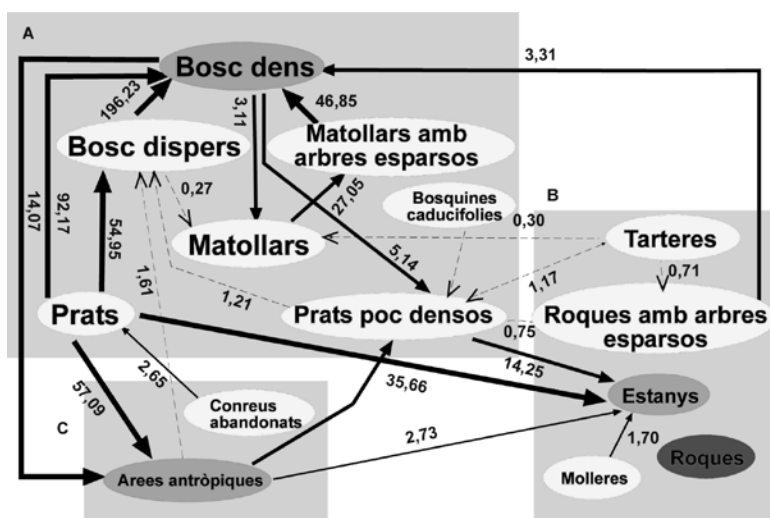


FIGURA 3. Canvis de superfície (ha) produïts entre les diferents unitats cartografiades classificades en unitats serials (A), unitats permanents (B) i unitats serials antròpiques (C), durant el període 1956-2008. El gruix de les fletxes és un indicador de la magnitud dels canvis.

Els canvis nets en les unitats permanents són molt més petits que els de la resta d'unitats (taula 1). En el cas de les àrees rocoses no es detecten canvis. L'augment de superfície dels estanys es deu a la construcció de preses durant les dècades dels anys 60 i 70 (Estany de Cavallers i Estanh Major de Colomers).

Les unitats que experimenten un balanç positiu són el bosc dens, els estanys i les àrees antròpiques. Per exemple, en el cas del bosc dens els guanys són d'un 2,21%, i les pèrdues de tan sols un 0,15% (fig. 3).

Discussió

La gran heterogeneïtat del relleu i dels materials geològics, així com els efectes directes i indirectes de les activitats d'aprofitament dels recursos naturals, condicionen l'estructura i la composició de les comunitats biòtiques creant un complex mosaic paisatgístic en evolució constant però lenta.

L'impacte de l'explotació secular dels recursos de l'estatge subalpí queda reflectit en la baixa proporció de bosc dens l'any 1956 respecte de la seva àrea potencial. Des del 1956 hem observat una tendència a la reforestació (augment del bosc dens en un 2,01 % en detriment d'un 1,55 % de pèrdua de pastures secundàries). La reforestació ha tingut lloc sobretot a partir de la densificació de l'estrat arbori (bosc dispers, matollar amb arbres dispersos), més que no pas directament a partir de prats.

Estudis a escala de parcel·la (Piqué & Gràcia 2004, Carrillo *et al.* en premsa) corroboren aquest procés de reforestació a partir de masses forestals preexistents. En estudis referents a l'ecotò prat alpí-pinedes, Camarero & Gutiérrez (2004) també afirmen que no es produeix un avanç forestal sinó una densificació del bosc. L'ecotò prat secundari-bosc i les àrees talades o cremades són les zones més dinàmiques i on l'avanç forestal és més palès.

La reforestació d'àrees de pastura origina boscos immadurs que presenten una composició florística dominada per espècies herbàcies pradenques i generalistes. Per contra, la reforestació a partir de matollars amb arbres dispersos origina boscos amb una composició florística rica en espècies de caràcter forestal (Carrillo *et al.* en premsa).

El 75% de les superfícies de canvi són de caràcter progressiu. Els canvis regressius són menys freqüents, i es localitzen majoritàriament a l'àrea perifèrica del Parc. Els canvis que s'estenen per superfícies més grans es deuen a l'impacte directe d'accions humanes (construcció d'infraestructures hidroelèctriques, estacions d'esquí). Altres canvis que afecten a superfícies més petites es troben distribuïts per tota l'àrea d'estudi d'una manera més homogènia, i es deuen principalment a l'impacte de pertorbacions naturals, sobretot allaus.

Agraïments

Aquest treball ha estat finançat pel Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (projecte 69/2005). La direcció del Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici el suport donat en diferents fases de l'estudi. També volem agrair a l'Albert Ferré l'ajut en aspectes de SIG.

Bibliografia

- AMÉZTEGUI, A., BROTONS, L. & COLL, L. 2010. Land-use changes as major drivers of mountain pine (*Pinus uncinata* Ram.) expansion in the Pyrenees. *Global Ecol. Biogeogr.* 19 (5): 632-641.
- CAMARERO, J. L. & GUTIÉRREZ, E. 2004. Pace pattern of recent treeline dynamics: response of ecotones to climatic variability in the Spanish Pyrenees. *Climatic Change* 63: 181-200.
- CARRERAS, J., CARRILLO, E., MASALLES, R. M., NINOT, J. M., SORIANO, I. & VIGO, J. 1996. Delimitation of the supra-forest zone in the Catalan Pyrenees. *Bull. Soc. linn. Provence* 47: 27-36.
- CARRILLO, E. & NINOT, J. M. 1992. La Flora i la vegetació de l'alta muntanya de les valls d'Espot i Boí (Pirineus Catalans). *IEC. Arx. Secc. Ci.* 99: 1-350.
- CARRILLO, E. & NINOT, J. M. 1998. *Full 181, Esterrí d'Àneu. Mapa de vegetació de Catalunya 1:50 000* [document cartogràfic]. Institut Cartogràfic de Catalunya, Barcelona.
- CARRILLO, E., CASAS, C., MARMÍ, M., BAGARIA, G., PUENTE, A., CARRERAS, J. & NINOT, J. M. (2010). Reforestació de l'estatge subalpí per boscos de *Pinus uncinata*: diversitat i estructura. *IX Jornades sobre Recerca al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici*: 67-76. Generalitat de Catalunya, Lleida.
- INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA 2008. Ortoimatges en color de Catalunya 1:5.000. Barcelona
- LASANTA, T., VICENTE SERRANO, S. M. & CUADRAT, J. M. 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.
- MONJE, X. 2003. Estudio mediante sistemas de información geográfica (GIS) de la evolución de la vegetación natural de Cataluña. Aproximación al caso del valle del Freser durante el período 1956-2000. *Acta Bot. Barcin.* 49: 421-438.
- NADAL, J. 2002. Evolució del paisatge de la muntanya mitjana mediterrània. Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona.
- NINOT, J. M., CARRILLO, E., FONT, X., CARRERAS, J., FERRÉ, A., MASALLES, R. M., SORIANO, I. & VIGO, J. 2007. Altitude zonation in the Pyrennes. A geobotanic interpretation. *Phytoecologia* 37: 371-398.
- PÉREZ-HAASE, A. 2008. *Full 181, Esterrí d'Àneu. Mapa de vegetació de Catalunya 1:50 000*. [document cartogràfic]. <http://www.ub.edu/geoveg/cat/semhaveg.php>
- PIQUÉ, J. & GRÀCIA, M. 2004. Canvis en el paisatge forestal de les valls d'Espot i de Sant Nicolau entre els anys 1957 i 1997. *VI Jornades d'Investigació al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici*: 211-223 Generalitat de Catalunya, Lleida.
- ROURA-PASCUAL, N., PONS, P., ETIENNE, M. & LAMBERT, B. 2005. Transformation of a rural landscape in the Eastern Pyrenees between 1953 and 2000. *Mountain Research and Development* 25(3): 252-261.

Los bosques dominados por *Taxus baccata* L. del extremo occidental de la Cordillera Cantábrica: caracterización ecológica, valor de conservación y amenazas

Manuel Antonio Rodríguez Guitián^{1*}, Pablo Ramil-Rego², Ramón A. Díaz Varela²,
Javier Pereira-Espinel¹, Tamara M. González Vecín¹ & Carlos Real³

ABSTRACT

Yew tree-dominated woodlands in the western Cantabrian Mountains: ecological characterization, floristic composition, conservation value and threats

This paper deals with a preliminary characterization of the ecology, floristic composition and threats that affect the yew-dominated woodlands that survive in the W of the Cantabrian Mountains (NW Spain). These scarce and fragmented woodlands have high importance for biodiversity conservation because they are included into DC 92/43/CEE Annex I under “9580* Mediterranean yew woodlands” priority habitat and they shelter some protected plants at EU and Regional levels. Phytosociologically, we consider them as facies of beech and broadleaved mixed woodlands enriched with yew. These woodlands were affected by fire, selection cuttings and charcoal production until recently; touristic use and yew timber extraction and pruning are the main threats to their conservation at present.

Key words: yew tree, *Taxus baccata*, 9580* priority habitat, NW Spain

RESUMEN

En este trabajo se aporta información sobre la ecología, composición florística y amenazas de las principales tejedas que se conservan en el extremo noroccidental ibérico. Se trata de un tipo de hábitat forestal escaso y altamente fragmentado de elevado interés para la conservación, ya que está incluido en el Anexo I de la DC 95/43CEE (9580* Bosques mediterráneos de *Taxus baccata*) y además alberga diversas especies vegetales protegidas por normativas europeas y regionales. Fitosociológicamente se interpretan como facies ricas en *Taxus baccata* de hayedos y bosques mixtos. El fuego, el aprovechamiento maderero mediante huroneo y la elaboración de carbón han afectado negativamente a estas formaciones desde antiguo; en la actualidad, la potenciación de su uso turístico y las cortas de tejos son las principales actuaciones que comprometen su conservación.

Palabras clave: tejo, tejedas, hábitat prioritario 9580*, NW Ibérico

1. Dep. de Producción Vexetal, EPS-Lugo, USC. Campus Universitario s/n, E-27002 Lugo, España

2. Dep. de Botánica, EPS-Lugo, USC. Campus Universitario s/n, E-27002 Lugo, España

3. Dep. de Biología Celular e Ecología, EPS-Lugo. USC. Campus Universitario s/n, E-27002 Lugo, España

*manuelantonio.rodriguez@usc.es

Introducción

Taxus baccata L. es una gimnosperma arbórea de mediana talla (altura máx. 20 m) y amplia distribución a lo largo del continente europeo, capaz de vivir en ambientes ecológicos variados que van desde bosques desarrollados sobre suelos profundos y ricos en nutrientes a estaciones rupícolas con grandes dificultades para el enraizamiento y el abastecimiento hídrico (Ruiz de la Torre 2006). El aprovechamiento maderero intensivo de esta especie, junto a la generalización de procesos deforestadores, habrían mermado considerablemente las poblaciones naturales de este árbol, convirtiéndolo con el paso de los siglos en una especie rara o poco frecuente en extensas áreas de su primitiva ocupación, particularmente hacia su extremo meridional de distribución. En la actualidad, aunque el tejo mantiene un área de distribución extensa, son muy raras las formaciones arboladas en las que se puede considerar la especie dominante (tejedas, tejedales), especialmente en los países ribereños del Mediterráneo (Cortés et al. 2000). Por esta causa, la EU ha incluido en el Anexo I de la DC 92/43/CEE (“Directiva Hábitats”), bajo el epígrafe “9580* Bosques mediterráneos de *Taxus baccata*”, a los bosques dominados por *Taxus baccata* existentes en el S de Europa al considerarlos como hábitats especialmente necesitados de protección.

Las reducidas extensiones de bosques dominados por *Taxus baccata* que se conservan en el NW Ibérico forman parte de su límite suroccidental de distribución dentro del ámbito europeo, siendo, a pesar de ello, un tipo de formación vegetal sobre el que existe muy escasa información, tanto acerca de su ecología, como de su composición florística o del grado actual de afección por las actividades humanas (Olano Gurriarán 2004, Rodríguez Guitián 2005). En este trabajo se aportan los primeros datos conjuntos sobre el ambiente ecológico, la composición florística, interés para la conservación y el grado actual de afección antrópica de los principales bosques dominados por *Taxus baccata* L. que subsisten en el extremo occidental de las montañas cantábricas.

Material y métodos

Puesto que no existe un criterio unánime sobre el concepto de tejeda (cf. Cortés et al. 2000), a efectos del presente trabajo se ha considerado como tal un fragmento de arbolado de una extensión de al menos 1500 m² en el que la cobertura correspondiente al tejo fuese superior al 50% (al menos valor 4 en el índice utilizado en los inventarios florísticos) y no existiesen otras especies arbóreas que le superaran en cobertura. El área de estudio se ha centrado en los principales alineamientos montañosos del extremo occidental de la Cordillera Cantábrica (Sierras de Ancares y O Courel) y la vertiente suroccidental del macizo de Trevinca-Sanabria, en el límite administrativo de Galicia, Asturias y Castilla-León.

Tomando como referencias diversas publicaciones previas y nuestro propio conocimiento del terreno, se han localizado las tejedas más sobresalientes, cuya superficie aproximada ha sido delimitada mediante el empleo de la herramienta planimétrica incorporada al SIGPAC (<http://sigpac.mapa.es/feqa/visor/>). Los bosques estudiados se distribuyen entre la cabecera del Río Eo (provincia de Lugo) y la Sierra de Gamoneda (al SW de la comarca zamorana de Sanabria), pasando por las vertientes lucense y leonesa de Os Ancares, los Montes de O Cebreiro y la Serra do Courel (Lugo)(fig. 1). Por lo general se trata de formaciones que ocupan pequeñas superficies (0,2-3,5 ha)(tabla 1) inmersas en 9 masas arboladas más extensas cuya superficie oscila entre las 2 y más de 50 ha. Dentro de ellas se han realizado parcelas de inventariación florística tomando, además, datos acerca de su localización geográfica precisa (coordenadas UTM), altitud, pendiente, orientación, características del suelo (material de partida y grado de evolución edáfica) y evidencias de influencia antrópica (cortas, carboneo, incendios). La presencia en las parcelas de inventariación de tocones de especies arbóreas se ha denotado con el símbolo “§” en las tablas florísticas.

La información obtenida ha sido cotejada con la disponible en diversas referencias bibliográficas. En la taxonomía se han seguido fundamentalmente las

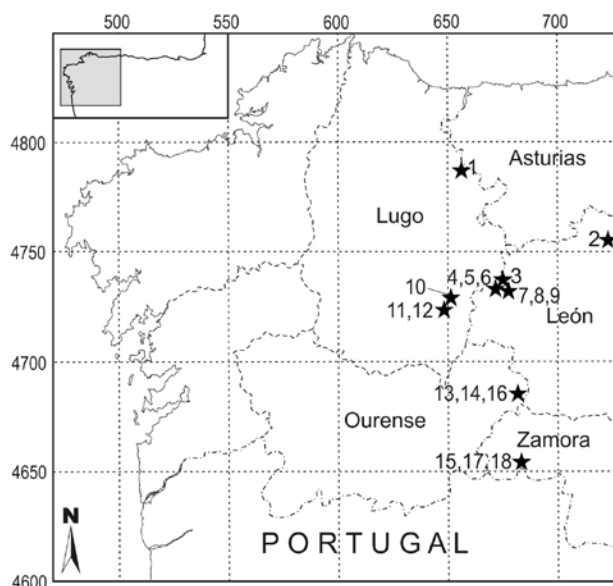


FIGURA 1. Localización geográfica de las tejedas estudiadas. La numeración se corresponde con la empleada en las tablas 1 y 2.

propuestas de Flora Iberica (Castroviejo *et al.* 1986-2010) y Flora Europea (Tutin *et al.* 1964-1980), mientras que en la sintaxonomía y conjuntos de especies diferenciales se han aplicado los criterios de Rivas-Martínez *et al.* (2002).

TABLA 1. Localización administrativa, superficie y afecciones antrópicas detectadas en las parcelas de tejedas estudiadas

Código	Parcela	Lugar	Ayuntamiento	Provincia	Sup. (ha)	Afecciones
1	VLDZ	Vilardíaz	A Fonsagrada	Lugo	0,17	C, c, I, V
2	BRONDA	Braña Ronda	Laciana	León	0,77	T
3	TEIXRA	Teixeira	Villafranca del Bierzo	León	0,53	C, I
4	AVILAR-1	Val das Alzadas de	Villafranca del Bierzo	León	2,72	C, I
5	AVILAR-2	Vilar				C, I
6	AVILAR-3					C, c, I,
7	VMOSQ-1	Val de Mosqueiro	Villafranca del Bierzo	León	0,63	C, c, I,
8	VMOSQ-2				0,27	C, c, I,
9	VMOSQ-3				0,31	C, c, I,
10	BRUEIRA	Monte A Brueira	Pedrafita do Cebreiro	Lugo	0,61	C, I
11	ESCR-1	Devesa da Escrita	Folgo do Courel	Lugo	0,67	C, I
12	ESCR-2				0,38	C, I
13	TEIX-1	O Teixadal	Carballeda de Val-	Ourense	1,94	C, c, I, T
14	TEIX-2		deorras			C, c, I, T
15	TEIREQ	Teixidelo	Requejo de Sanabria	Zamora	3,51	C, c, I, T, V

Tipos de afecciones: C: cortas pretéritas; c: cortas actuales; I: incendios forestales; T: turismo incontrolado; V: construcción de infraestructuras.

Resultados y discusión

CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL

En la figura 2 se representan gráficamente algunos de los resultados obtenidos en cuanto a la caracterización ambiental de las tejedas estudiadas. Desde el punto de vista altitudinal, estos bosques se distribuyen a lo largo de un amplio intervalo (630-1.450 m), si bien la mayor parte de ellos se sitúan por encima de los 1.200. A menudo se localizan en laderas de fuerte inclinación y orientación con componente N. En cuanto a la litología, predominan las unidades de rocas metamórficas silíceas, aunque también están representadas, por medio de una única muestra, las rocas carbonatadas (calizas y dolomías). Los suelos se caracterizan, casi sin excepción, por su elevada pedregosidad y abundancia de afloramientos rocosos, pudiéndose incluir en las tipologías de leptosoles y umbrisoles de la clasificación de suelos de la FAO (IUSS-WG WRB 2006).

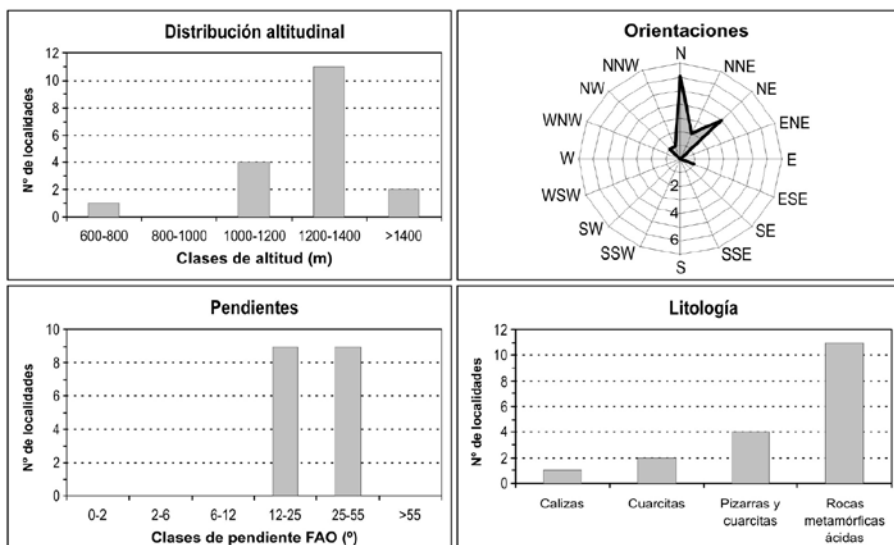


FIGURA 2. Caracterización ambiental de las tejedas estudiadas.

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

Se han contabilizado un total de 136 especies de plantas vasculares en las tejedas estudiadas, oscilando el número de especies por inventario entre 10 y 62 taxones, rango sensiblemente más amplio que el reconocido en trabajos previos (Ortiz Núñez 1986, Romero Rodríguez 1993)(tabla 2). Esta cuestión no parece guardar relación con el tamaño de las parcelas, pues, por ejemplo, la flora vascular presente dentro de las de menor superficie (100 m²) oscila entre 11 y 41 plantas mientras que las dos parcelas de mayor tamaño (900 m²) tienen 17 y 48 especies respectivamente, sino con factores como la cobertura alcanzada por las especies perennifolias presentes en el dosel (tejo, acebo, laurel) o su grado de complejidad estructural. Los tipos biológicos predominantes son hemicriptófitos (38,2%), fanerófitos (23,5%) y geófitos (27,9%), siendo claramente minoritarios caméfitos (5,9%) y terófitos (4,4%). Solamente se ha encontrado una especie alóctona (*Prunus laurocerasus*) en las formaciones forestales estudiadas.

A pesar de la variabilidad florística comentada, *Ilex aquifolium*, *Corylus avellana* y *Sorbus aucuparia* acompañan de manera prácticamente constante al tejo en el dosel de este tipo de comunidades, aunque el número total de especies arbóreas registradas supera la veintena (tabla 2). El sotobosque de estas formaciones varía mucho en cuanto a cobertura, pudiendo ser desde prácticamente

inexistente (tabla 2, inv. 7) hasta ocupar más del 75% de las parcelas (invs. 6 y 10). En conjunto, en las tejedas estudiadas coexisten especies con preferencias ecológicas diversas que se pueden reunir en los siguientes grupos: taxones nemorales acidófilos (*Blechnum spicant*, *Dryopteris dilatata*, *Galium rotundifolium*, *Lonicera periclymenum*, *Luzula henriquesii*, *Polygonatum verticillatum*, *Saxifraga spathularis*, *Vaccinium myrtillus*, *Viola riviniana*, etc.), taxones nemorales neutro-basófilos (*Daphne laureola*, *Euphorbia dulcis*, *Galium odoratum*, *Melica uniflora*, *Mercurialis perennis*, *Milium effusum*, *Primula acaulis*, *Sanicula europaea*, etc.), taxones nemorales sin preferencias edáficas (*Anemone nemorosa*, *Crepis lampanoides*, *Dryopteris affinis*, *D. filix-mas*, *Hedera hibernica*, *Oxalis acetosella*, *Polypodium vulgare*, *Polystichum setiferum*, *Stellaria holostea*, etc.), taxones escio-nitrófilos (*Geranium robertianum*, *Omphalodes nitida*, *Pentaglottis sempervirens*, *Urtica dioica*, etc.), megaforbios (*Aconitum neapolitanum*, *Adenostyles hybrida*, *Doronicum pubescens*, *Ranunculus platanifolius*, etc.) y plantas frecuentes en comunidades que reemplazan a estos bosques o aparecen en su sotobosque cuando se ven fuertemente alterados (*Erica arborea*, *Pteridium aquilinum*, *Rubus* sp., etc.).

TABLA 2. Composición florística de las tejedas estudiadas (columnas 1-15), datos bibliográficos (cols. 16-18) y diversos tipos de bosques presentes en su entorno. §: especie sobre la que se han ejercido cortas en época reciente

Columna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	B-F	O-F	L-A	O-C	Aceb	
Altura E ₁ (>4,0 m) (m)	12	20	8-10	12-14	12	10	10	12	12	8-10	18	13	12	20	11	12	8	12	S	---	---	---	---	---	---
Cob. E ₁ (>4,0 m) (%)	100	100	100	95	100	90	100	100	95	100	100	90	100	100	100	100	100	100	I	---	---	---	---	---	---
Cob. E ₂ (1,5-4,0 m)(%)	---	30	30	---	---	30	---	---	10	50	40	60	20	5	50	5	---	---	N	---	---	---	---	---	---
Cob. E ₃ (<1,5 m)(%)	75	65	60	45	35	90	5	30	25	80	35	70	15	5	20	30	---	---	T	---	---	---	---	---	---
Altitud	630	1415	1350	1370	1380	1405	1310	1200	1345	1180	1190	1180	1380	135	1315	135	0	1300	125	E	---	---	---	---	---
Orientación	NE	NNE	NN	NE	N	ES	N	NNW	N	NE	N	N	NW	NE	N	E	N	N	T	---	---	---	---	---	---
Pendiente (°)	35	30	40	20	20	26	24	38	30	14	30	20	24	28	20	25	23	13	I	---	---	---	---	---	---
Area (m ²) - (nº invs.)	100	600	400	200	120	900	180	150	550	400	500	400	200	500	900	300	100	100	CA	(12)	(25)	(37)	(39)	(5)	
Nº taxones - promedio	41	62	30	22	30	48	20	47	22	34	27	38	16	10	17	25	13	11		31	19	35	27	35	16
Estratos E₁+E₂(>1,5 m)																									
<i>Taxus baccata</i>	4§	5§	4	4§	4§	5§	4§	4§	4§	4	4§	4§	5§	5§	5§	4	5	4	V	+	I	+	I	II	
<i>Ilex aquifolium</i>	+	4	2	1	3	3	3	2	3	2§	2	2	1	1	2	2	1	5	V	III	V	IV	II	V	
<i>Sorbus aucuparia</i>	-	1	2	1	+	1	1	+	2	2	2	2	-	2	1	+	1	-	V	IV	IV	III	I	III	
<i>Corylus avellana</i>	-	2	1	2	4	1	1	3	2	4§	2	2	-	2	2	2	1	+	V	-	IV	V	V	V	
<i>Betula pubescens</i>	-	2	-	1	-	-	-	-	1	-	2	2	-	1	1	-	1	-	III	II	+	IV	I	+	
<i>Acer pseudoplatanus</i>	-	1	2	-	1	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	II	II	I	V	IV	II	
<i>Quercus petraea</i>	-	+	1	§	§	+	§	§	1§	§	-	-	-	-	§	-	-	-	I	II	I	IV	II	+	
<i>Fraxinus excelsior</i>	2§	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	§	+	-	-	I	-	I	II	IV	-	
<i>Salix caprea</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	+	-	+	II	-	-	I	+	+	
<i>Quercus x rosacea</i>	-	-	-	§	§	§	§	§	§	1§	2	-	1	-	§	-	-	-	I	-	+	I	II	-	
<i>Crataegus monogyna</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	I	-	+	I	V	-	
<i>Quercus pyrenaica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	I	-	I	I	II	-	
<i>Fagus sylvatica</i>	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	V	V	I	I	-	
<i>Ulmus glabra</i>	-	2	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I	-	I	I	I	-	
<i>Sambucus nigra</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	I	-	+	-	II	-	
<i>Prunus avium</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	II	I	II	-	
<i>Castanea sativa</i>	1§	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	I	-	-	I	III	-	
<i>Frangula alnus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	I	+	-	
<i>Salix atrocinerea</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	I	-	-	+	+	-	
<i>Quercus robur</i>	1§	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	II	-	
<i>Laurus nobilis</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	I	-	
<i>Tilia platyphyllos</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	

Compañeras

<i>Rubus</i> sp.	+	-	-	+	+	+	r	2	-	r	-	+	-	+	-	1	-	-		-		V	IV	
<i>Geranium robertianum</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	1	-	-		+			IV	
<i>Pteridium aquilinum</i>	+	-	-	-	3	+	-	-	r	-	+	-	-	-	-	-	-	-		-				
<i>Erica arborea</i>	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-			+		I	-
<i>Urtica dioica</i>	-	-	-	+	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-				-
<i>Heracleum sphondylium</i>	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-				-
<i>Narcissus asturiensis</i>	-	+	-	-	-	-	r	-	-	1	+	-	-	-	-	-	-	-		-			-	-
<i>Omphalodes nitida</i>	-	-	-	-	+	+	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-				+
<i>Pentaglottis sempervirens</i>	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		+	-		+	-
<i>Valeriana montana</i>	-	-	-	-	+	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		+			-	-
<i>Aconitum neapolitanum</i>	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Adenostyles hybrida</i>	-	-	+	-	-	-	r	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-		-		+	-	-
<i>Ranunculus platanifolius</i>	-	1	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-		-			-	-
<i>Ruscus aculeatus</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+		IV	-
<i>Asplenium onopteris</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-			-
<i>Asplenium trichomanes</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-				-
<i>Doronicum pubescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-			+	-
<i>Fragaria vesca</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-		-	-
<i>Meconopsis cambrica</i>	-	+	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	+			-
<i>Umbilicus rupestris</i>	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-			-
<i>Valeriana pyrenaica</i>	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+			-
<i>Vicia sepium</i>	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-		+		-
<i>Silene dioica</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-			-
<i>Hieracium gr. murorum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					-
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-		-	-
<i>Clematis vitalba</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+		-
<i>Digitalis purpurea</i>	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-			-
<i>Erythronium dens-canis</i>	-	-	-	-	-	-	r	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-
<i>Rumex acetosa</i>	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-			-
<i>Allium victorialis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	+	-	-		+	-
<i>Lamium maculatum</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-			-
<i>Agrostis capillaris</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-		+	-	-
<i>Lastrea limbosperma</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		+		-	
<i>Cardamine hirsuta</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+		+	-
<i>Ribes alpinum/petraeum</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+		-	+	-	-
<i>Dryopteris expansa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-

Además: en E₁+E₂: *Alnus glutinosa*: + en O-C; *Cornus sanguinea*: II en O-C; *Euonymus europaeus*: I en O-C; *Malus sylvestris*: + en O-F y + en L-A; *Prunus spinosa*: I en O-C; *Juglans regia*: + en O-C; *Pinus pinaster*: + en O-C; *Prunus padus*: + en 2 y + en 19; *Pyrus cordata*: + en O-C; *Quercus ilex* subsp. *ballota*: + en O-C; *Quercus x andegavensis*: + en O-F y I en O-C; *Quercus x trabutii*: + en O-F, + en L-A y I en O-C; *Sorbus aria*: I en L-A; *Ulmus minor*: + en O-C. Características del orden *Fagetalia sylvaticae*: *Carex sylvatica*: + en O-F, I en L-A y I en O-C; *Doronicum plantagineum*: + en 16, + en 19 y + en O-C; *Epilobium montanum*: + en O-F; *Festuca altissima*: I en 3, + en 19 y I en L-A; *Neottia nidus-avis*: I en O-C; *Ornithogalum pyrenaicum*: II en O-C; *Phyllitis scolopendrium*: I en 1, + en 19 y III en O-C; *Potentilla sterilis*: II en O-C; *Scrophularia alpestris*: + en O-F, I en L-A y + en O-C. Características del orden *Quercetalia roboris*: *Lathyrus linifolius*: I en O-F; I en L-A y I en O-C; *Luzula forsteri*: I en O-F; *Hypericum pulchrum*: + en B-F y I en L-A; *Melampyrum pratense*: + en L-A. Características de *Quercio-Fagetea* y *Salici-Populetea*: *Aquilegia dichroa*: + en O-C; *Aquilegia vulgaris*: I en O-F, I en L-A y I en O-C; *Arum italicum*: II en O-C; *Carex pendula*: + en O-C; *Festuca gigantea*: + en B-F y I en L-A; *Hedera helix*: III en B-F y III en L-A; *Iris foetidissima*: I en O-C; *Ranunculus ficaria*: + en 2, + en 19 y + en O-C; *Symphytum tuberosum*: I en 2, + en 19 y I en O-C. Compañeras: *Aconitum vulparia* subsp. *neapolitanum*: + en L-A y I en O-C; *Adiantum capillus-veneris*: + en O-C; *Alliaria petiolata*: I en 2, + en 19 y I en O-C; *Angelica major*: II en O-F; *Angelica sylvestris*: + en L-A y + en O-C; *Anthoxanthum odoratum*: II en B-F y I en L-A; *Arrhenatherum elatius* subsp. *bulbosum*: I en L-A y + en O-C; *Asphodelus albus* s.l.: + en O-C; *Asplenium adiantum-nigrum*: I en O-F; *Astrantia major*: + en L-A; *Brachypodium pinnatum* subsp. *rupestre*: + en O-C; *Bromus ramosus*: + en L-A y + en O-C; *Cardamine flexuosa*: + en L-A; *Carex pilulifera*: + en 6, + en 19 y I en O-F; *Chelidonium majus*: I en O-C; *Chrysosplenium oppositifolium*: + en O-F y + en O-C; *Cicerbita plumieri*: + en 2, + en 19 y + en B-F; *Clinopodium vulgare*: + en L-A y + en O-C; *Coincya puberula* subsp. *monensis*: I en L-A; *Cuscuta epithymum*: + en O-C; *Cystopteris* sp.: + en O-F y + en O-C; *Cytisus scoparius*: I en L-A; *Daboecia cantabrica*: + en B-F y + en L-A; *Dactylis glomerata*: + en L-A; *Dactylorhiza maculata*: + en O-C; *Epilobium* sp.: I en O-F, I en L-A y I en O-C; *Epilobium parviflorum*: I en O-C; *Epipactis* sp.: + en O-C; *Eupatorium cannabinum*: + en O-C; *Euphorbia angulata*: I en L-A; *Festuca gr. rubra*: I en O-C; *Festuca*

paniculata subsp. *multiespiculata*: I en L-A; *Galium aparine*: I en O-C y + en Aceb; *Galium saxatile*: + en 6 y + en 19; *Genista florida*: + en B-F, + en O-F y I en L-A; *Geranium purpureum*: + en 3, + en 6 y I en 19; *Geranium lucidum*: + en L-A y + en O-C; *Geranium sanguineum*: + en O-C; *Geum urbanum*: I en L-A y II en O-C; *Glandora diffusa*: I en L-A; *Gymnocarpium dryopteris*: + en O-F; *Hieracium umbellatum*: + en O-F; *Holcus lanatus*: + en L-A; *Lapsana communis*: + en O-C; *Laserpitium eliasii*: + en O-C; *Laserpitium nestleri*: + en O-C; *Linaria triornithophora*: + en B-F y I en L-A; *Luzula sp.*: + en B-F y + en O-C; *Monotropa hypopitys*: + en O-F y + en O-C; *Myosotis lamottiana*: I en O-F; *Myosotis sp.*: I en O-C; *Orobanche cf. rubra*: + en O-C; *Orobanche sp.*: + en 1 y + en 19; *Picris hieracioides* subsp. *hieracioides*: + en O-C; *Pimpinella major*: + en O-F y I en O-C; *Polygala vulgaris*: + en L-A; *Polygonatum multiflorum*: + en L-A; *Primula veris* subsp. *columnae*: + en 2 y + en 19; *Prunus laurocerasus*: + en 1 y + en 19; *Pseudarrhenatherum longifolium*: I en L-A; *Pyrola minor*: + en 13 y + en 19; *Rosa sp.*: r en 1, + en 19 y II en O-C; *Rosa canina*: I en O-C; *Rubia peregrina*: + en L-A y I en O-C; *Rubus idaeus*: + en 2 y + en 19; *Rubus* sect. *Discolores*: II en O-C; *Saxifraga granulata*: + en O-C; *Sedum anglicum*: + en L-A; *Silene vulgaris*: + en 1, + en 19 y + en O-C; *Stellaria neglecta*: + en O-C; *Streptopus amplexifolius*: + en 2 y + en 19; *Ulex gallii*: + en L-A.

Columnas (localización y procedencia de los datos):

1 a 15 se corresponden con las localidades de la tabla 1; 16: Teixadal de Casaio (Ourense), Ortiz Núñez (1986): Tabla 90: inv. 1; 17 y 18: Teixidelo de Requejo de Sanabria (Zamora), Romero Rodríguez (1993): tabla 3: invs. 1 y 2; B-F: tabla sintética de *Blechno spicant-Fagetum sylvaticae* obtenida a partir de Fernández Prieto & Vázquez (1987): tabla 2: invs. 1-12. O-F: tabla sintética de *Omphalodo nitidae-Fagetum sylvaticae* obtenida a partir de Rodríguez Guitián et al. (2009): tabla 2: invs. 1-25. L-A: tabla sintética de *Luzulo henriquesii-Aceretum pseudoplatani* obtenida a partir de: Fernández Prieto & Vázquez (1987): tabla 1: invs. 12-18; Díaz González & Fernández Prieto (1994): tabla 4: invs. 1-14; Rodríguez Guitián et al. (2000): tabla 3: invs. 1-16. O-C: tabla sintética de *Omphalodo nitidae-Coryletum avellanae* obtenida a partir de: Amigo Vázquez (1984): tabla 15: invs. 1-12; Romero Buján (1993): tabla 4: inv. 1-4; Rodríguez Guitián et al. (2000): tabla 4: invs. 1-23. Aceb: tabla sintética de acebales del extremo noroccidental ibérico obtenida a partir de: Silva-Pando (1990): tabla 15: inv. 1; tabla 16: invs. 1-3; Ortiz Núñez (1986): tabla 90: inv. 2.

INTERPRETACIÓN FITOSOCIOLOGICA

En Europa se han descrito más de una docena de comunidades vegetales dominadas por el tejo (Paule et al. 1993, Rodwell 1991). Hasta el momento, en la Península Ibérica solamente se han descrito dos comunidades de bosque que pueden presentar un dominio claro del tejo en su dosel: *Saniculo europaeae-Taxetum baccatae* (Bolòs 1967) y *Ononido aragonensis-Tilietum platyphylli* (Crespo et al. 2008). La primera de ellas se distribuye a lo largo de varios macizos montañosos costeros catalanes (Bolòs 1967, Nuet & Panareda 1982, Rovira i López 1986, Álvarez de la Campa 2004) y algunas sierras Prepirenaicas (Devis Ortega 2006) y, aunque inicialmente se describió como un sintaxón perteneciente a la alianza *Fagion sylvaticae*, hoy en día se sitúa en *Quercetalia pubescentis* (Rivas-Martínez et al. 2001); la segunda fue descrita del extremo SE del Sistema Ibérico y considerada como la representación más meridional ibérica de la alianza centroeuropea y pirenaica *Tilio-Acerion* (Pitarch García 2002, Crespo et al. 2008).

Debido a su gran distanciamiento geográfico y por razones florísticas evidentes, no parece adecuado incluir las tejedas del extremo noroccidental ibérico en ninguna de las dos asociaciones vegetales anteriormente comentadas. Por otra parte, su interpretación fitosociológica se muestra compleja y puede ser diferente en función de si se atiende exclusivamente a su aspecto actual o si se considera la eliminación reciente en muchas de ellas de especies arbóreas de talla superior al tejo (robles, fresnos, hayas). Si se opta por la primera vía, el particular y llamativo aspecto externo que otorga el tejo a estas formaciones

enmascara una composición florística global (tabla 2, columna 19) que se muestra bastante próxima a la de los hayedos acidófilos del NW Ibérico (asociaciones *Omphalodo nitidae-Fagetum sylvaticae*, *Blechno spicant-Fagetum sylvaticae*), si bien el haya solamente está presente, a día de hoy, en una de las tejedas estudiadas (tabla 2, inv. 2). No obstante, las parcelas con menor número de especies (invs. 4, 9, 13, 14 y 15) muestran una gran similitud con los acebales existentes en estas montañas (tabla 2, columna *Aceb*), cuya condición fitosociológica no está clara por el momento (cf. Ortiz Núñez 1986, Silva-Pando 1990, 2007).

En cambio, si se tiene en cuenta que la mayor parte de estas tejedas han sufrido alteraciones florístico-estructurales más o menos importantes en épocas recientes debido a las cortas selectivas antes señaladas, tendría más sentido interpretarlas como facies dominadas por *Taxus baccata* de hayedos o, en los casos de mayor riqueza en especies arbóreas (tabla 2, invs. 1, 2, 10 y 11), de alguno de los tipos de bosques mixtos presentes en el área geográfica aquí tratada (asociaciones *Luzulo henriquesii-Aceretum pseudoplatani* y *Omphalodo nitidae-Coryletum avellanae*) (Fernández Prieto & Vázquez 1987, Rodríguez Guitián et al. 2000; Rodríguez Guitián 2005). En este sentido, no es impensable que un posible aprovechamiento selectivo del haya en ciertas sierras del área de estudio pudiera haber desembocado en la conformación de alguna de las tejedas estudiadas, como las estudiadas en la Devesa de Escrita (Lugo) o en Braña Ronda (León). Hayedos con abundante tejo, como el que se refleja en el inventario abajo aportado, podrían ilustrar esta hipótesis:

Localidad: parte superior de la Devesa da Rogueira (Moreda, Folgoso do Courel, Lugo); **UTM:** 29T 654/4718; **Alt.:** 1320 m; **Pend.:** 20°; **Or.:** NNW. **AE₁:** 19 m; **CE₁:** 100; **CE₂:** 35%; **CE₃:** 40%. **E₁:** 5 *Fagus sylvatica*, 3 *Taxus baccata*, 1 *Corylus avellana*, 1 *Ilex aquifolium*, 1 *Sorbus aucuparia*; **E₂:** 2 *Taxus baccata*, 1 *Corylus avellana*, 1 *Ilex aquifolium*; **E₃:** 2 *Dryopteris filix-mas*, 2 *Luzula sylvatica*, 1 *Aconitum neapolitanum*, 1 *Allium victorialis*, 1 *Athyrium filix-femina*, 1 *Daphne laureola*, 1 *Dryopteris affinis*, 1 *D. dilatata*, 1 *Festuca altissima*, 1 *Galium odoratum*, 1 *Narcissus pseudonarcissus*, 1 *Oxalis acetosella*, 1 *Polystichum aculeatum*, 1 *Polystichum setiferum*, 1 *Sanicula europaea*, 1 *Saxifraga spathularis*, + *Adenostyles hybrida*, + *Conopodium majus*, + *Erythronium dens-canis*, + *Geranium robertianum*, + *Hyacinthoides non-scripta*, + *Lilium martagon*, + *Milium efussum*, + *Mercurialis perennis*, + *Polypodium vulgare*, + *Ranunculus platanifolius*, + *Stellaria holostea*, + *Acer pseudoplatanus* (pl.), + *Ilex aquifolium* (pl.), + *Taxus baccata* (pl.), r *Angelica major*.

Valor de conservación y amenazas

Además de considerarse como representaciones extremas occidentales en el contexto europeo del tipo de hábitat prioritario “9580* Bosques mediterráneos de *Taxus baccata*”, incluido en el Anexo I de la DC 92/43/CEE (“Directiva Hábitats”) (Ramil-Rego et al. 2008), las tejedas estudiadas tienen el valor añadido, en el plano botánico, de albergar poblaciones de plantas vasculares protegidas por

disposiciones comunitarias (*Narcissus asturiensis*, *Ruscus aculeatus*) y autonómicas (*Ilex aquifolium*, *Narcissus asturiensis*)(tabla 2), a lo que habría que añadir el estar integradas en masas arboladas de excepcional valor para el mantenimiento de numerosas especies de vertebrados protegidas o amenazadas de desaparición en el extremo occidental de las montañas cantábricas (García Gaona 2002). A excepción de la tejeda de Vilardíaz (A Fonsagrada, Lugo), el resto de los bosques estudiados se encuentra dentro de Espacios Protegidos de ámbito europeo (LIC, ZEPA o ámbos). A pesar de que la mayoría de las tejedas estudiadas se encuentran relativamente alejadas de lugares habitados, no han escapado a su aprovechamiento desde épocas remotas y hasta momentos recientes. De ello dan fe los abundantes tocones y evidencias de cortas y trasmochos observables en estos bosques (tabla 2). También se pueden reconocer en muchos de ellos signos de afecciones pretéritas por incendios y de labores de carboneo. En algunos casos se siguen realizando cortas puntuales de tejos (Teixadal de Casaio, Braña Ronda), habiéndose abusado de las podas en alguna de las tejedas atravesadas por senderos turísticos (Teixedelo de Requejo) o que se encuentran al borde de infraestructuras viarias y eléctricas (Vilardíaz)(tabla 1).

Agradecimientos

Los autores agradecen las sugerencias realizadas por dos revisores anónimos para la mejora del manuscrito original.

Bibliografía

- ÁLVAREZ DE LA CAMPA FAYOS, J. M. 2004. *Vegetació del Massís del Port*. Col·lecció Pius Font i Quer 3. 459 pp. Institut d'Estudis Ilerdencs, Lleida.
- AMIGO VÁZQUEZ, J. 1984. *Estudio de los matorrales y bosques de la Sierra del Caurel (Lugo)*. Tesis doctoral, Universidad de Santiago.
- BOLÓS, O. de. 1967. Comunidades vegetales de las comarca próximas al litoral situadas entre los ríos Llobregat y Segura. *Mem. R. Acad. Cienc. Art. Barcelona* 38(1): 1-269.
- CASTROVIEJO S., LAÍNZ, M., LÓPEZ GONZÁLEZ, G., MONTSERRAT, P., MUÑOZ GARMENDIA, F. PAIVA, J. & VILLAR, L. (eds.). 1986-2010. *Flora Iberica*. C.S.I.C., Madrid.
- CORTÉS, S., VASCO, F. & BLANCO, E. 2000. *El libro del tejo (Taxus baccata L.)*. 336 pp. ARBA, Madrid.
- CRESPO, M. B., PITARCH, R. & LAGUNA, E. 2008. Datos sobre las tiledas ibéricas (Tilio-Acerion Klika 1955). *Flora Montiberica* 39: 3-13.
- DEVIS ORTEGA, J. 2006. *Flora i vegetació del territori comprès entre el riu Segre i el Port del Comte (Prepirineus catalans, Lleida)*. Tesis doctoral, Universidad de Barcelona.
- DÍAZ GONZÁLEZ, T. E. & FERNÁNDEZ PRIETO, J. A. 1994. La Vegetación de Asturias. *Itinera Geobot.* 8: 243-528.
- FERNÁNDEZ PRIETO, J. A. & VÁZQUEZ, V. M. 1987. Datos sobre los bosques asturianos orocantábricos occidentales. *Lazaroa* 7: 363-382.
- GARCÍA GAONA, J.F. 2002. *La Cordillera Cantábrica*. 238 pp. Lunwerg Editores, Barcelona.

- IUSS-WG WRB 2006. *World reference base for soil resources 2006*. 2nd edition. 128 pp. World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Roma.
- NUET, J. & PANAREDA, J. M. 1982. El teix (*Taxus baccata*) a dues muntanyes catalanes: Montseny i Montserrat. *Acta Grup Autònom Manresa, Inst. Cat. Hist. Nat.* 2: 63-73. Barcelona.
- OLANO GURRIARÁN, E. 2004. *El tejo y el Teixadal de Casaio (Ourense)*. 189 pp. Deputación Provincial de Ourense, Ourense.
- ORTIZ NÚÑEZ, S. 1986. *Serie de vegetación y su zonación altitudinal en el macizo de Pena Trevinca y Serra do Eixo*. Tesis doctoral, Universidad de Santiago
- PAULE, L., GÓMORY, D. & LONGAUER, R. 1993. Present distribution and ecological conditions of the English yew (*Taxus baccata* L.) in Europe. In: *International yew resources conference: yew (Taxus) conservation biology and interactions*: 189-196. Berkeley, California, USA.
- PITARCH GARCÍA, R. 2002. *Estudio de la flora y vegetación de las sierras orientales del Sistema Ibérico: La Palomita, Las Dehesas, El Rayo y Mayabona (Teruel)*. 537 pp. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, Serie Investigación, Zaragoza.
- RAMIL REGO, P., RODRÍGUEZ GUTIÁN, M. A., FERREIRO DA COSTA, J., RUBINOS ROMÁN, M., GÓMEZ-ORELLANA, L., DE NÓVOA FERNÁNDEZ, B., HINOJO SÁNCHEZ, B. A., MARTÍNEZ SÁNCHEZ, S., CILLERO CASTRO, C., DÍAZ VARELA, R. A., RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, P. M. & MUÑOZ SOBRINO, C. 2008. *Os hábitats de interese comunitario en Galicia. Fichas descritivas*. Monografías do IBADER. 627 pp. Universidade de Santiago de Compostela, Lugo. http://www.ibader.org/archivos/docs/Monografias_Ibader3.pdf.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F., LOIDI, J., LOUSÁ, M. & PENAS, A. 2001. Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobot.* 14: 5-341 Rivas-Martínez, S., Díaz, T.E., Fernández-González, F., Izco, J., Loidi, J., Lousá, M. & Penas, A. 2002. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. *Itinera Geobot.*, 15, 2 vols.
- RODWELL J. S. (Ed.). 1991. *British plant communities. Vol. I: Woodlands and scrub*. 395 pp. Cambridge University Press, Cambridge.
- RODRÍGUEZ GUTIÁN, M. A. 2005. Avaluación da diversidade sylvica do subsector galaico-asturiano septentrional: tipos de bosques, valor para a conservación e principais ameazas. *Recursos Rurais, Serie Cursos* 2: 23-44.
- RODRÍGUEZ GUTIÁN, M. A., Amigo Vazquez, J. & Romero Franco, R., 2000. Aportaciones sobre la interpretación, ecología y distribución de los bosques supratemplados naviano-ancarenses. *Lazaroa* 21: 51-71.
- RODRÍGUEZ GUTIÁN, M. A., Amigo Vázquez, J., Real, C. & Romero Franco, R. 2009. Revisión de la sintaxonomía de los hayedos del occidente de la Cordillera Cantábrica (NO Ibérico) mediante análisis multivariante. *Lazaroa* 30: 193-221.
- ROMERO BUJÁN, M. I. 1993. *La vegetación del Valle del Río Cabe (Terra de Lemos, Lugo)*. Tesis doctoral, Universidad de Santiago.
- ROMERO RODRÍGUEZ, C. M. 1993. Notas florísticas de la comarca de Sanabria (Zamora). *Montes* 34: 41-47.
- ROVIRA I LÓPEZ, A. M. 1986. *Estudi fitogeogràfic de les comarques catalanes compreses entre els Ports de Beseit, el Riu Ebre i els límits aragonesos*. Tesis doctoral, Universidad de Barcelona.
- RUIZ DE LA TORRE, J. 2006. *Flora mayor*. 1756 pp. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- SILVA-PANDO, F. J. 1990. *La Flora y vegetación de la Sierra de Ancares: base para la planificación y ordenación forestal*. Tesis doctoral, Universidad Complutense, Madrid.
- SILVA-PANDO, F. J. 2007. Los abedules y acebedas de la Sierra de Ancares (Lugo-León, España). *Actas del 5º Congreso Forestal Español*, Ávila. Edición en CD-ROM.
- TUTIN, T. G., HEYWOOD, V. H., BURGESS, N. A., MOORE, D. M., VALENTINE, D. H., WALTERS, S. M. & WEBB, D. A. (eds.) 1964-1980. *Flora Europaea*, Vols. 1-5. Cambridge University Press, Cambridge.

Estudio de la variabilidad biométrica de *Arnica montana* L. (*Asteraceae*) en el extremo occidental cantábrico (NW Ibérico)

Rosa Romero Franco^{1*}, Carlos Real Rodríguez², Manuel A. Rodríguez Guitián¹,
Ruth M. Barros Camba¹, Antonio Rigueiro Rodríguez¹ & M^a Pilar González
Hernández¹

.....

ABSTRACT

Biometry in *Arnica montana* L. (*Asteraceae*) in the NW extreme of the Iberian Peninsula

The biometric criteria proposed so far to differentiate between the subspecies of *Arnica montana* L. were studied in 301 individuals collected in 37 populations located in NW Spain. None of the individuals fulfilled simultaneously all the criteria proposed, and the distribution of the biometric variables did not show discontinuities that could suggest the presence of two different groups of plants. As occurred in previous studies carried out in the Cantabrian Cornise, all populations contained individuals with characteristics that were intermediate between those of the two subspecies. Our results cast doubts on the taxonomic validity of these subspecies, at least for the studied area.

Key words: arnica, subspecies, phenotype, NW Spain

RESUMEN

Se examinó el estatus subespecífico de 301 individuos de *Arnica montana* L., procedentes de 37 poblaciones localizadas en el NW de España, aplicando los criterios biométricos propuestos en la bibliografía. Ninguna de las plantas estudiadas presentó simultáneamente la totalidad de los caracteres propuestos para las subspecies chequeadas. Tampoco se encontró discontinuidad alguna en la distribución obtenida en las variables fenotípicas que sustentara la existencia de dos grupos diferentes de plantas. En coincidencia con lo encontrado en otros puntos de la Cornisa Cantábrica, en todas las poblaciones estudiadas se encontraron individuos con características intermedias entre las dos subspecies descritas, lo que pone en entredicho la validez de las subspecies de árnica descritas, al menos en el territorio estudiado.

Palabras clave: árnica, subspecies, fenotipo, NW España

1. Dep. de Producción Vexetal, Escola Politécnica Superior de Lugo, USC. Campus Universitario s/n, E-27002 Lugo, España

2. Dep. de Bioloxía Celular e Ecoloxía, Escola Politécnica Superior de Lugo, USC. Campus Universitario s/n, E-27002 Lugo, España

*rosa.romero@usc.es

Introducción y objetivos

A mediados del pasado siglo, Bolòs (1946, 1948) estableció la presencia en el ámbito franco-ibérico de dos subespecies de árnica (*Arnica montana* subsp. *montana* y *A. montana* subsp. *atlantica*). Dicho estatus taxonómico y los criterios morfológicos diferenciadores han sido mantenidos prácticamente sin variación hasta la actualidad por numerosos autores (Mayor & Díaz González 1977, Tutin et al. 1979, Aizpuru et al. 1999, etc.). Según Bolòs, estas subespecies se diferenciarían por varios caracteres morfológicos relativos a atributos foliares, del tallo floral y del capítulo (tabla 1) así como por su ecología y distribución, pues la subespecie *atlantica*, endémica de las áreas litorales y sublitorales que se extienden entre las Landas francesas y el Cabo de San Vicente (Portugal), viviría preferentemente en ambientes turbosos y prados húmedos a baja altitud, mientras que la subespecie *montana* medraría en herbazales y matorrales orófilos. Esta supuesta segregación ecológica ha servido de argumento a diversos fitosociólogos para considerar a la subespecie *montana* como diferencial del orden *Nardetalia strictae* (Clase *Nardetea strictae*), mientras que la subespecie *atlantica* lo sería de la alianza *Anagallido tenelleae-Juncion bulbosi* (Orden *Caricetalia nigrae*, Clase *Scheuchzerio palustris-Caricetea nigrae*) (Díaz González & Fernandez Prieto 1994, Rivas-Martínez et al. 2002). Incluso Bellot (1968) describió una comunidad de turberas bajas de distribución cántabro-atlántica cuya denominación, *Arnicketum atlanticae* (*Anagallido tenelleae-Juncion bulbosi*, *Caricetalia nigrae*, *Scheuchzerio palustris-Caricetea nigrae*), alude al supuesto carácter diferencial de la subespecie franco-ibérica frente a otras comunidades vicariantes.

TABLA 1. Criterios morfológicos empleados por Bolòs (1948) para diferenciar las subespecies de *Arnica montana*

Criterio	<i>Arnica montana</i>	
	subsp. <i>montana</i>	subsp. <i>atlantica</i>
Diámetro del capítulo (cm)	5,0-8,0	4,0-5,0
Número de brácteas del involucre	18-24	11-13
Nº brácteas del tallo	1-3	3-8
Grosor del tallo (mm)	3,0-5,0	1,0-3,0
Anchura/forma hojas basales	4,0-5,0 cm, ovadas	1,7-2,1 cm, lanceoladas
Número de nervios	5-7, paralelos	5-7, pinnados

Como parte de un estudio más amplio que llevamos desarrollando desde hace años acerca de la ecología, aspectos bioquímicos y distribución de *Arnica montana* en el NW Ibérico (Perry et al. 2009, Romero et al. 2008, 2009), abordamos en este trabajo la caracterización de su variabilidad biométrica en el extremo occidental de la Cornisa Cantábrica.

Material y métodos

Se estudiaron un total de 301 individuos procedentes de 37 poblaciones localizadas en el extremo occidental cantábrico, en las provincias de A Coruña, Lugo, Ourense y León (España). Las localidades estudiadas comprenden un amplio intervalo altitudinal, entre el nivel del mar y los 1.635 m de altitud (fig. 1). En cada caso, se procuró recoger especímenes que representaran la variabilidad fenotípica existente en la población, seleccionando plantas suficientemente separadas entre sí como para poder ser consideradas genéticamente diferentes (Kahmen & Poschlod 2000) y siempre tomando ejemplares en plena floración. La recolección se realizó durante el periodo 2006-2010. Los pliegos testigo fueron depositados en el Herbario LUGO, ubicado en la sede del Instituto Universitario

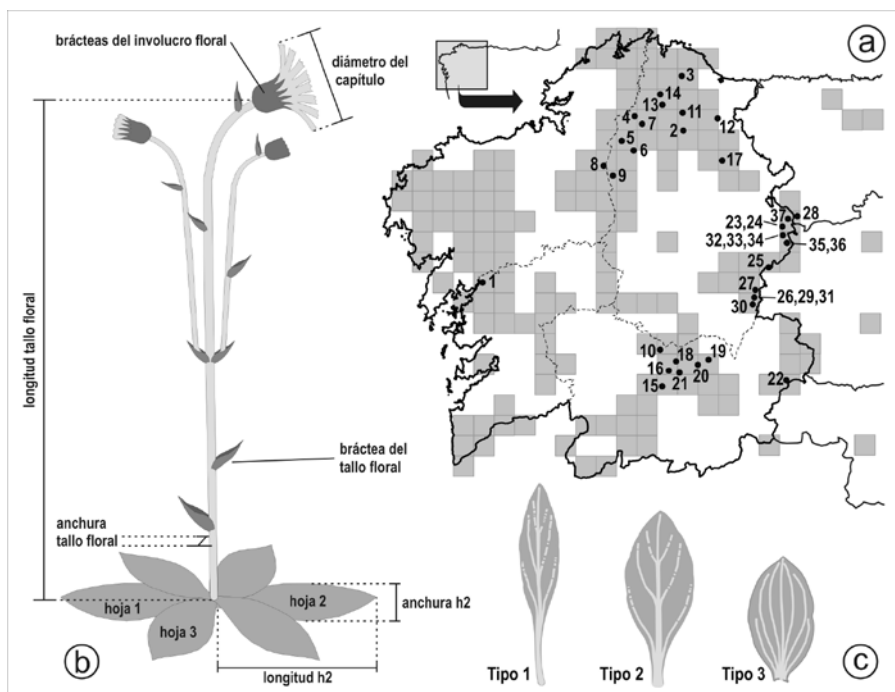


FIGURA 1. a: Contextualización geográfica de las poblaciones de árnica estudiadas (numeración de las localidades como en la tabla 2) en el área de distribución conocida de *Arnica montana* en Galicia y territorios limítrofes (cuadrículas sombreadas); b: Atributos morfológicos analizados; c: Tipología foliar utilizada en la caracterización de los individuos. Tipo 1: morfología foliar de *Arnica montana* subsp. *atlantica*; Tipo 2: morfología intermedia (observaciones propias); Tipo 3: morfología foliar de *A. montana* subsp. *montana* (según Bolòs 1948).

de Biodiversidade Agraria e Desenvolvimento Rural (IBADER), situado en el Campus Universitario de Lugo (Galicia) perteneciente a la Universidad de Santiago de Compostela. Sobre cada uno de los individuos recogidos se efectuaron medidas de anchura y longitud en tres de las hojas de la roseta basal presentes y se les adjudicó un “tipo de nerviación” (1, 2 o 3) basado en las ilustraciones aportadas por Bolòs (1948) y observaciones propias (fig. 1). Se contabilizaron el número de brácteas del tallo floral, el diámetro del capítulo principal (mm) incluyendo la extensión máxima de las lígulas y el número de brácteas de su involucre. Con los datos biométricos obtenidos para cada una de las plantas estudiadas se elaboró una tabla resumen de la variabilidad existente en los parámetros estudiados en cada población y diversas gráficas tipo “box plot” sobre las que se fundamenta la discusión de los resultados.

Resultados y discusión

En general, las poblaciones estudiadas presentan una amplia variabilidad en los valores de todos los atributos biométricos estudiados, sin que se hayan podido detectar discontinuidades evidentes en las distribuciones de los datos. Este hecho resulta relevante cuando se quieren aplicar los criterios discriminantes propuestos por Bolòs (1948) a la especie estudiada, ya que para algunos parámetros, como el número de brácteas del involucre floral y el ancho de las hojas (tabla 1), este autor propuso rangos discriminantes no contiguos que obligan a considerar como “indeterminables” aquellas plantas cuyo valor se halla dentro de determinado intervalo. Por otro lado, en el resto de criterios propuestos, que sí tienen rangos discriminantes contiguos, se plantea un problema de adscripción semejante en aquellos individuos cuyo valor se encuentra justo en la frontera de ambos intervalos.

Al comparar los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros estudiados por separado se observa la coexistencia en todas las poblaciones de individuos con características de una u otra subespecie junto a individuos “indeterminables” (tabla 2). Si se consideran de manera simultánea todos los criterios, se concluye que ninguno de los individuos estudiados cumple la totalidad de criterios requeridos, por lo que no pertenecerían *sensu stricto* a ninguna de las dos subespecies consideradas por Bolòs (1948). No obstante, hay un grupo de plantas que se podrían clasificar como *Arnica montana* subespecie *atlantica* si no incumpliesen el criterio de tener 13 o menos brácteas involucrales. Estas plantas proceden de localidades situadas a altitudes diversas y, mayoritariamente, de hábitats turbosos pastoreados o prados de siega, es decir, ambientes en los que bien el ganado o bien el hombre ejercen una presión extractiva (ramoneo en un caso y siega en otro) sobre la biomasa de árnica, lo que podría inducir un efecto de reducción del número de brácteas en estos individuos así como una reducción general del tamaño de las plantas (Azorín Arrúe & Gómez García 2008).

Tabla 2. Localización, caracterización ambiental y porcentajes de individuos correspondientes a las subespecies de *arnica* de cada una de las poblaciones estudiadas para cada uno de los parámetros biométricos considerados. El código numérico se corresponde con las localidades de la figura 1. Alt. (m): altitud. Tipo de hábitat: B: brezal orófilo; P: prado de siega; TNP: turbera no pastoreada; TP: turbera pastoreada. n: número de individuos estudiados en cada localidad. Biotipo: Amm: *Arnica montana* subsp. *montana*; Ama: *Arnica montana* subsp. *atlantica*; Indet: indeterminado. GT: grosor del tallo (mm). ØC: diámetro del capítulo (mm). BC: nº de brácteas del involucro floral del capítulo principal. AHI: anchura de la primera hoja (mm). AH2: anchura de la segunda hoja (mm). AH3: anchura de la tercera hoja (mm). BT: nº de brácteas del tallo floral. TP: tipología foliar según figura 1. Se resaltan en negrita los porcentajes más elevados obtenidos para cada localidad.

Código	Localidad	Alt. (m)	Habitat	Biotipo	GT	ØC	BC	AHI	AH2	AH3	BT	TP
1	Cabrera (PO)	1000	Am	4	100	100	0	0	0	0	0	0
		Indet.	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	Adive (LU)	420	P	3	66.7	66.7	100.0	0.0	0.0	33.3	0.0	0.0
		Indet.	0.0	0.0	100.0	75.0	25.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	Santo Tomé (V)	472	TP	3	Am	0.0	0.0	33.3	0.0	0.0	0.0	0.0
		Indet.	33.3	0.0	33.3	100.0	66.7	66.7	66.7	66.7	66.7	66.7
4	Peschaila (LU)	475	P	10	Amm	90.0	0.0	90.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Indet.	0.0	0.0	20.0	30.0	30.0	20.0	10.0	0.0	0.0	0.0
5	Ponte Pedreiro (GU)	475	TP	10	Ama	40.0	0.0	70.0	0.0	0.0	20.0	0.0
		Indet.	60.0	100.0	0.0	70.0	90.0	80.0	80.0	80.0	80.0	0.0
6	Rabocha (LU)	479	P	10	Ama	80.0	10.0	90.0	0.0	0.0	30.0	0.0
		Indet.	10.0	90.0	0.0	90.0	80.0	80.0	70.0	90.0	0.0	0.0
7	O Chao (LU)	480	P	10	Amm	90.0	0.0	90.0	0.0	0.0	50.0	0.0
		Indet.	0.0	0.0	90.0	100.0	20.0	10.0	20.0	50.0	0.0	0.0
8	Montesquero (C)	500	TP	20	Amm	100.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Indet.	0.0	0.0	90.0	80.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	Quemada (C)	530	P	20	Amm	95.0	0.0	100.0	0.0	0.0	25.0	0.0
		Indet.	5.0	5.0	5.0	65.0	60.0	35.0	100.0	0.0	0.0	0.0
10	Pontbar (GU)	547	P	5	Amm	100.0	40.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Indet.	0.0	0.0	35.0	40.0	40.0	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	Ponte Xestido (LU)	581	TP	3	Amm	66.7	33.3	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Indet.	0.0	0.0	66.7	33.3	33.3	66.7	66.7	33.3	0.0	0.0
12	Campo do Obo (LU)	584	TP	3	Amm	0.0	33.3	33.3	0.0	0.0	0.0	0.0
		Indet.	33.3	33.3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0
13	A.Balsa (LU)	617	TP	3	Amm	66.7	66.7	100.0	33.3	0.0	33.3	0.0
		Indet.	0.0	0.0	66.7	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	0.0	0.0
14	Aborobé (LU)	625	TP	10	Amm	100.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Indet.	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	Nacido (LU)	685	P	5	Ama	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Indet.	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	20.0	80.0	80.0	0.0	0.0
16	A.Carrilena (LU)	726	P	5	Amm	100.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Indet.	0.0	80.0	80.0	40.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	Serra de Meira (LU)	751	TP	3	Amm	66.7	66.7	100.0	66.7	66.7	66.7	100.0
		Indet.	33.3	33.3	100.0	0.0	33.3	33.3	33.3	33.3	0.0	0.0
18	O Reguengo (LU)	859	P	3	Amm	66.7	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	66.7
		Indet.	33.3	0.0	0.0	100.0	66.7	33.3	33.3	33.3	0.0	0.0
19	Requecães (LU)	870	P	3	Amm	66.7	66.7	100.0	66.7	66.7	66.7	100.0
		Indet.	33.3	33.3	33.3	66.7	66.7	66.7	66.7	66.7	0.0	0.0
20	Montemorim (OU)	903	P	5	Amm	100.0	60.0	80.0	0.0	0.0	0.0	100.0
		Indet.	0.0	0.0	20.0	40.0	60.0	60.0	60.0	60.0	0.0	0.0
21	Alto do Rodado (OU)	986	TP	4	Amm	100.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Indet.	0.0	100.0	0.0	50.0	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0
22	Valdín (OU)	1070	TP	4	Amm	50.0	25.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Indet.	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	Suaibá-Turbera (LE)	1090	TP	10	Amm	50.0	0.0	90.0	0.0	0.0	0.0	50.0
		Indet.	0.0	100.0	0.0	50.0	40.0	30.0	30.0	30.0	90.0	0.0
24	Suaibá-Prado (LE)	1090	P	10	Amm	80.0	10.0	50.0	0.0	0.0	40.0	0.0
		Indet.	20.0	80.0	0.0	70.0	40.0	60.0	60.0	60.0	90.0	0.0
25	Cruz de Galatola (LE)	1215	TNP	3	Amm	66.7	66.7	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3
		Indet.	0.0	0.0	100.0	33.3	66.7	100.0	66.7	100.0	66.7	100.0
26	Alto do Couto (LE)	1330	B	10	Amm	90.9	54.5	90.9	45.5	38.4	9.1	38.4
		Indet.	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.5	0.0
27	Morais Sulcis (LE)	1360	B	5	Amm	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0
		Indet.	20.0	0.0	0.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	0.0
28	Castro Carballos (LU)	1410	B	13	Amm	92.3	100.0	92.3	0.0	7.7	0.0	69.2
		Indet.	0.0	18.2	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	90.9	0.0	0.0
29	Forniguitas (LU)	1460	B	4	Amm	100.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
		Indet.	0.0	25.0	0.0	50.0	25.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	Ponte Mouralo (LU)	1535	B	11	Amm	100.0	45.5	54.5	54.5	54.5	100.0	9.1
		Indet.	0.0	36.4	36.4	45.5	45.5	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
31	Pico Forniguitas (LU)	1635	B	14	Amm	100.0	42.9	71.4	35.7	50.0	64.3	0.0
		Indet.	0.0	7.1	26.1	64.3	50.0	35.7	100.0	92.9	0.0	0.0
32	Ponte de Bous (LU)	900	P	12	Amm	100.0	50.0	83.3	33.3	16.7	16.7	0.0
		Indet.	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	66.7	0.0	0.0
33	Piornedo-Turbera (LU)	1160	TP	13	Amm	76.9	15.4	84.6	0.0	0.0	38.5	0.0
		Indet.	23.1	76.9	0.0	46.2	59.8	38.5	38.5	59.8	0.0	0.0
34	Piornedo-Prado (LU)	1110	P	14	Amm	57.1	0.0	85.7	0.0	0.0	0.0	57.1
		Indet.	42.9	57.1	0.0	14.3	57.1	57.1	14.3	28.6	71.4	28.6
35	Campo Redondo (LU)	1370	TP	10	Amm	70.0	0.0	50.0	0.0	0.0	10.0	0.0
		Indet.	30.0	80.0	10.0	40.0	20.0	40.0	90.0	90.0	0.0	0.0
36	Fuentes de Piornedo (LU)	1445	TP	12	Amm	33.3	100.0	0.0	75.0	50.0	41.7	66.7
		Indet.	66.7	33.3	0.0	25.0	50.0	58.3	25.0	50.0	100.0	0.0
37	Marco do Prado (LE)	1485	B	14	Amm	64.3	78.6	83.3	0.0	7.1	0.0	28.6
		Indet.	28.6	14.3	0.0	10.0	28.6	7.1	21.4	42.9	57.1	42.9

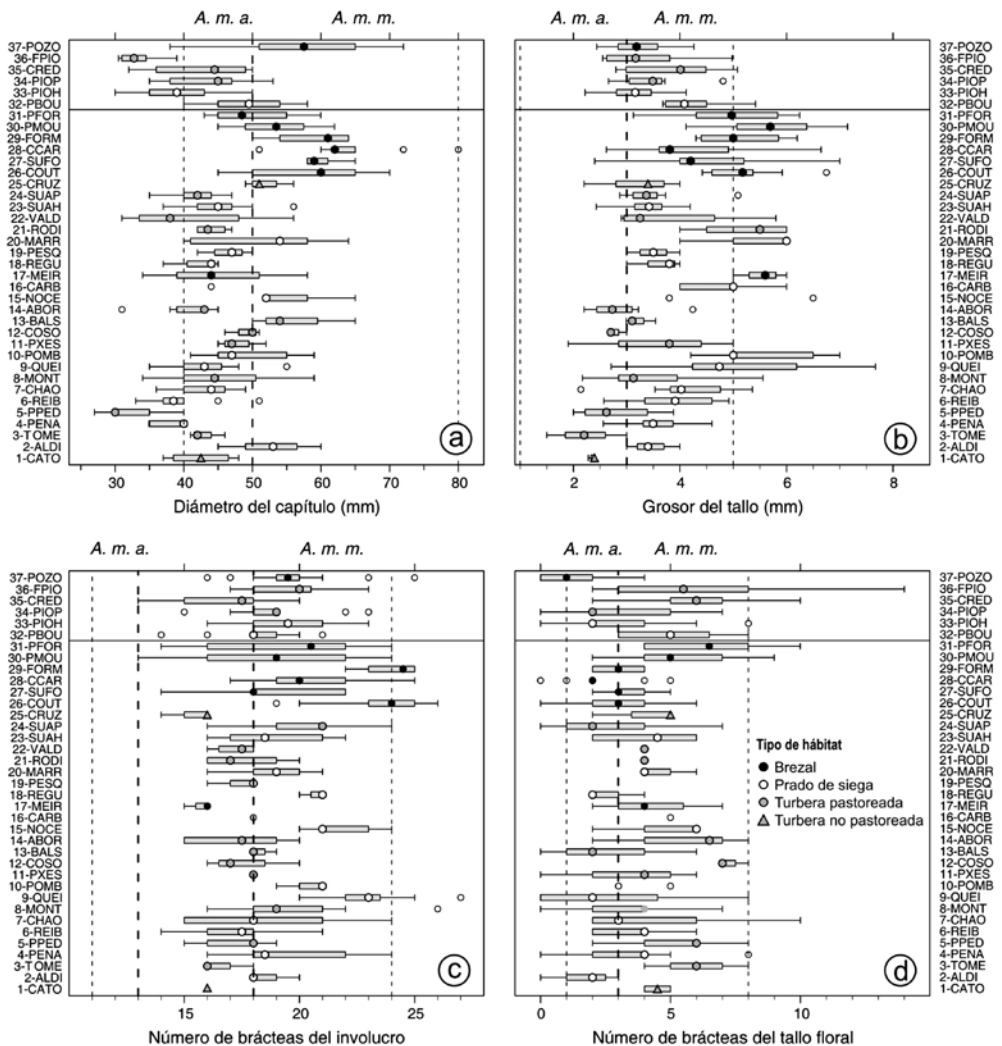


FIGURA 2. a-d: Representación gráfica de las distribuciones de los valores de diferentes parámetros biométricos en los individuos de árnica estudiados. La numeración de las localidades es la misma que en la figura 1, y se disponen de arriba abajo en orden altitudinal decreciente; se han agrupado en el extremo superior, separadas por una línea horizontal, las situadas en las inmediaciones del Valle de Piorno (Serra de Ancares, Lugo-León).

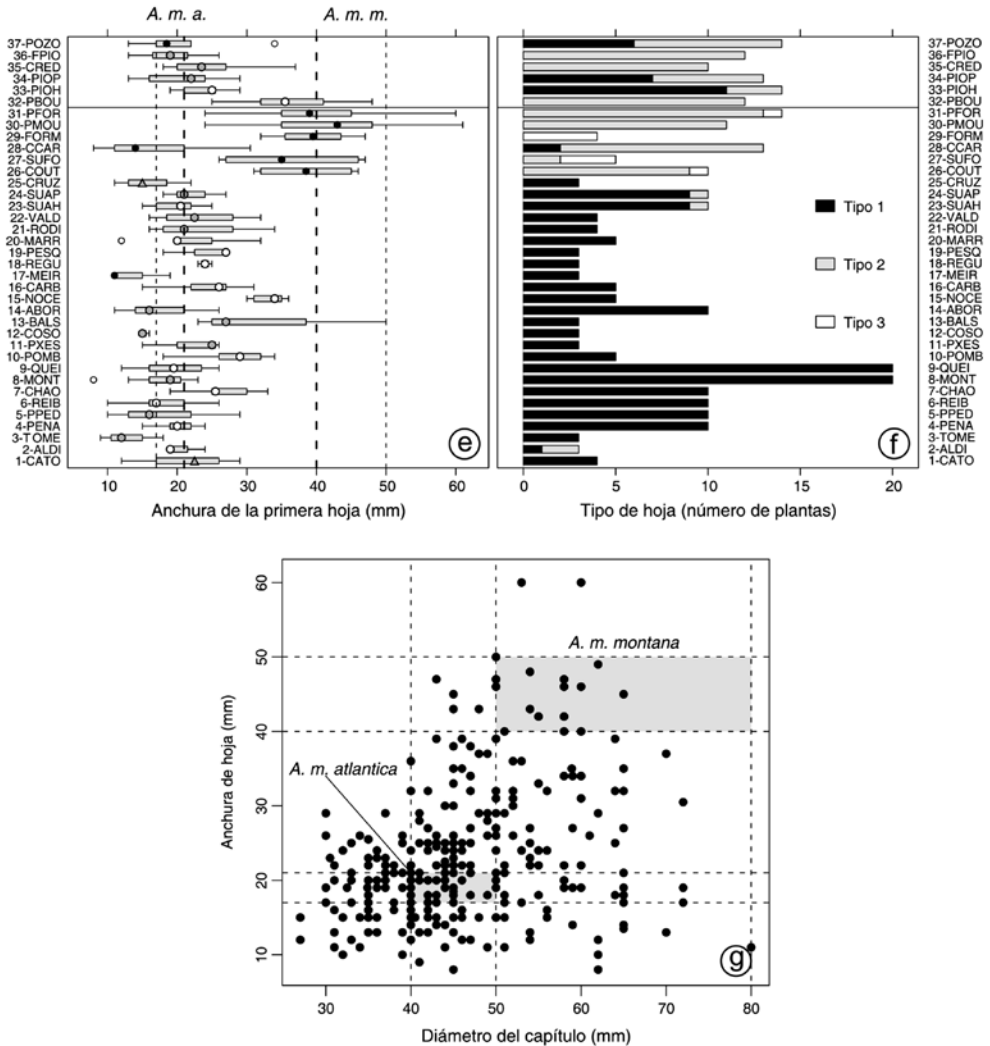


FIGURA 2 (cont.). e-g: Representación gráfica de las distribuciones de los valores de diferentes parámetros biométricos en los individuos de árnica estudiados. La numeración de las localidades es la misma que en la figura 1 y se disponen de arriba abajo en orden altitudinal decreciente; se han agrupado en el extremo superior, separadas por una línea horizontal, las situadas en las inmediaciones del Valle de Piornedo (Serra de Ancares, Lugo-León). g: representación combinada del diámetro del capítulo principal y anchura de la primera hoja; las áreas sombreadas representan las combinaciones correspondientes a cada una de las subespecies consideradas.

Las plantas morfológicamente más afines a *Arnica montana* subespecie *montana* L. no se incluirían en ella, principalmente, por presentar morfologías foliares lanceoladas u oblongo-lanceoladas con nervadura pinnada (tipos foliares 1 y 2, fig. 1 y 2), que no se corresponden con la establecida por Bolòs para esta subespecie (tipo 3). En este caso, las plantas proceden mayoritariamente de diversas localidades del área montañosa oriental gallega y occidente de León y conviven con otras que presentan combinaciones intermedias de los caracteres estudiados. No obstante, hay que señalar con respecto a este rasgo morfológico, que la iconografía disponible sobre la forma y aspecto de la nerviación foliares en árnica centroeuropeas, incluido alguno de los pliegos originales linneanos (<http://www.linnean-online.org>), muestra una gran variabilidad, abundando los casos con nerviatura semejante a la considerada en este trabajo como tipo 2, o incluso morfologías claramente lanceoladas, por lo que ignoramos las razones que han llevado a Bolòs (1948) a considerar que *Arnica montana* subsp. *montana* (centroeuropea) presenta exclusivamente hojas aovadas y paralelinervias.

Como ejemplo de hasta qué punto las situaciones biométricas intermedias son frecuentes en las plantas de árnica estudiadas se ha confeccionado una gráfica en la que se relaciona la distribución de los individuos estudiados en función de la anchura de la primera hoja (H1) y el diámetro del capítulo principal (fig. 2g). Como puede observarse, hasta 179 plantas (equivalente al 59,5%) presentan combinaciones de estas variables que se sitúan fuera de los rangos definidos por Bolòs (1948), representados por los rectángulos sombreados (1948).

El conjunto de poblaciones de las proximidades del Valle de Piornedo (Sierra de Ancares, Lugo), agrupadas en la parte superior de la serie de gráficas de la figura 2, ejemplifica el elevado grado de variabilidad fenotípica existente en un territorio geográfico reducido, integrado en este caso por seis localidades de la montaña occidental orocantábrica distantes entre sí menos de 6 km, en el que, tanto en turberas pastoreadas como en prados de siega o brezales, conviven individuos con apariencia de *Arnica montana* subsp. *atlantica*, otros con morfología más próxima a *A. montana* subsp. *montana*, y otros (los más abundantes), con fenotipos intermedios.

En consecuencia, la imposibilidad de separar de manera nítida las poblaciones de árnica estudiadas en base a caracteres biométricos y la coexistencia de individuos fenotípicamente más próximos a los extremos de variación en los atributos biométricos examinados junto a otros de tipología intermedia cuestiona la segregación, tanto ecológica como biogeográfica, de las dos subespecies que se han venido manejando hasta el presente dentro del territorio estudiado. La existencia de individuos de árnica con características morfológicas transicionales en otras áreas de la Cornisa Cantábrica (Epelde Bereziartúa 1992, Aizpuru et al. 1999), sugiere que los resultados obtenidos dentro del ámbito territorial aquí tratado podrían ser extensibles a otras áreas septentrionales ibéricas. En

caso de verificarse esta hipótesis, la ausencia de segregación biogeográfica y ecológica de las subespecies de árnica establecidas por Bolòs (1948) plantearía, además, dudas acerca de la conveniencia de su mantenimiento como taxones característicos de las unidades fitosociológicas comentadas en el apartado introductorio de este estudio.

Conclusiones

La aplicación de los intervalos numéricos discriminantes propuestos por Bolòs (1948) para diferenciar las subespecies de árnica existentes en el extremo noroccidental ibérico no permiten una asignación subespecífica inequívoca de ninguna de las 301 plantas de árnica recolectadas, debido, por un lado, al carácter continuo de la distribución de los valores biométricos obtenidos en las poblaciones analizadas, y por otro, a que se presentan en combinaciones no consideradas por dicho autor. Estos resultados no avalan ni la diferenciación fenotípica ni la segregación geográfica de las subespecies por él descritas ni sustentan el significado fitosociológico discriminante que se ha venido dando a dichos taxones subespecíficos de árnica. A pesar de todo, antes de tomar una decisión definitiva en el ámbito taxonómico, creemos necesario ampliar el estudio realizado sobre las árnicas del extremo occidental cantábrico a las de otras áreas ibéricas y europeas, para establecer de manera concluyente el significado taxonómico y fitosociológico de la variabilidad morfológica existente.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Manuel Rodríguez Romero la ayuda prestada durante la realización de los trabajos de campo, y a dos revisores anónimos sus críticas y comentarios sobre la versión inicial del manuscrito.

Bibliografía

- AIZPURU, I., ASEGINOLAZA, C., URIBE-ECHEBARRÍA, P. M., URRUTIA, P & ZORRAKIN, I. 1999. *Claves ilustradas de la Flora del País Vasco y territorios limítrofes*. Servicio Central de Publicaciones, Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz. 831 pp.
- AZORÍN ARRÚE, J. & GÓMEZ GARCÍA, D. 2008. Estrategias de las plantas frente al consumo por los herbívoros. In: Fillat, F. García, R., Gómez, D. & Reiné, R. (eds.), *Pastos del Pirineo*: 189-203. CSIC, Madrid.
- BELLOT, F. 1968. La vegetación de Galicia. *Anal. Inst. A. J. Cavanilles* 24: 3-306.
- BOLÒS, A. de 1946. El *Arnica montana* L. en la Península Ibérica. *Farmacognosia* 7(4): 145-151.
- BOLÒS, A. de. 1948. Les sous-espèces d'*Arnica montana* L. De flora lusitana commentarii, Fasc. IV. *Agron. Lus.* 10(2): 111-116.
- DÍAZ GONZÁLEZ, T. E. & FERNÁNDEZ PRIETO J.A. 1994. La vegetación de Asturias. *Itinera Geobot.* 8: 243-528.
- EPELDE BEREZIARTÚA, M. A. 1992. *Arnica montana* L. *Taxonomía, ecología y distribución en el Suroccidente europeo, son especial referencia a Galicia*. Memoria de Licenciatura (inéd.), Facultad de Biología, Universidad de Santiago de Compostela. 79 pp.

- KAHMEN, S. & POSCHLOD, P. 2000. Population size, plant performance, and genetic variation in the rare plant *Arnica montana* L. in the Rhön, Germany. *Basic App. Ecol.* 1(1): 43-51.
- MAYOR, M. & DÍAZ GONZÁLEZ, T. E. 1977. *La flora asturiana*. Colección Popular Asturiana. Ayalga Ediciones, Gijón. 797 pp.
- PERRY, N. B., BURGESS, E. J., RODRÍGUEZ GUTIÁN, M. A., ROMERO FRANCO, R., LÓPEZ MOSQUERA, E., SMALLFIELD, B. M., JOYCE, N. I. & LITTLEJOHN, R. P. 2009. Sesquiterpene lactones in *Arnica montana*: helenalin and dihydrohelenalin chemotypes in Spain. *Planta Med.* 75: 660-666.
- RIVAS-MARTÍNEZ S., DÍAZ T.E., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ F., IZCO J., LOIDI J., LOUSÁ M. & PENAS A. 2002. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. *Itinera Geobot.* 15, 2 vol.
- ROMERO, R., RODRÍGUEZ-GUTIÁN, M. A., LÓPEZ-MOSQUERA, M. E., BARROS, R. M., REAL, C. & RIGUEIRO, A. 2010. Estudio de la capacidad germinativa de *Arnica montana* L. en Galicia. *Recursos Rurais* 2(6): 75-80.
- ROMERO, R., RODRÍGUEZ GUTIÁN, M. A., LÓPEZ-MOSQUERA, M. E., BARROS, R. M. & RIGUEIRO, A. 2008. Caracterización edáfica y nutricional de poblaciones silvestres de *Arnica montana* L. en el Noroeste de la Península Ibérica. In: Romero Monreal, L. (ed.): *Presente y futuro de la nutrición mineral de las plantas*: 855-869. Granada.
- TUTIN, T. G., HEYWOOD, V. H., BURGESS, N. A., MOORE, D. M., VALENTINE, D. H., WALTERS, S. M. & WEBB, D. A. 1979. *Flora Europaea*. Vol. 4. Cambridge University Press, Cambridge. 505 pp.

Distribución y estatus poblacional de *Echium cantabricum* (M. Laínz) Fern. Casas & M. Laínz (*Boraginaceae*) en la cordillera Cantábrica (España)

J. A. Ruiz de Gopegui^{1*}, T. García¹, A. Marcos, Y. Ruiz¹,
N. Zubelzu¹, & A. Rodríguez¹

.....

ABSTRACT

Distribution and population status of *Echium cantabricum* (M. Laínz) Fern. Casas & M. Laínz (*Boraginaceae*) in the Cantabrian mountain range, Spain

Most of the known distribution area of this taxon has been prospected during three years, in order to find and assess as many populations as possible. In every visited place, a complete counting of individuals was made, as well as a habitat description and possible threats. The distribution has been completed taking into account all available bibliographic data about this species.

Key words: chorology, conservation, endemism, Palencia, vascular plants

RESUMEN

Durante tres años hemos prospectado gran parte del área de distribución conocida de este taxon, con la finalidad de localizar y evaluar el mayor número de poblaciones posibles. En cada enclave visitado hemos realizado un censo integral, así como una descripción del hábitat y posibles amenazas de conservación. La distribución ha sido completada con todas las citas bibliográficas disponibles de esta especie.

Palabras clave: conservación, corología, endemismo, Palencia, plantas vasculares

Introducción

En el año 2007 realizamos un censo de la única población conocida de *Echium cantabricum* (M. Laínz) Fern. Casas & M. Laínz (ver Laínz 1976), en los pastos de las laderas de Peña Labra, en las proximidades del puerto de Piedrasluengas, la cual se había descrito con muy pocos ejemplares y muy amenazados por el impacto de la ganadería (Díez Riol 2002). El censo de esta población dio un total de pies muy superior al indicado en la bibliografía. Motivados por el resultado

1. GEMPA (Grupo de Estudios de la Montaña Palentina). La Pontona 10, E-34846, Rabanal de los Caballeros, Palencia, España
*gopeguiinsitu@yahoo.es

se inició la búsqueda de más posibles enclaves. Como resultado se localizaron en junio de 2007 tres nuevos enclaves, dispersos por las formaciones montañosas próximas de Cantabria, en hábitats diferentes al descrito para la localización clásica y con algunas poblaciones bien conservadas. En la primavera de 2008 localizamos tres nuevas poblaciones en Palencia y otras tres más en Cantabria. Por otro lado, se ha llevado a cabo un censo de las poblaciones localizadas por los autores y de los cinco enclaves publicados por GBC (2008) en Cantabria, diferentes a los localizados por nosotros.

Metodología

Para cada núcleo estudiado se ha realizado un censo directo o una estimación por conteo de “unidades visuales” siguiendo la metodología propuesta en el proyecto “Atlas de Flora Amenazada” (Iriondo *et al.* 2003). La definición de individuo ha seguido esta misma metodología, considerando como tales las matas más o menos individualizadas, con una separación entre ellas mayor o igual que entre las partes aéreas de cada mata.

Resultados

HÁBITAT

Se amplía la atribución ecológica para este taxon; está presente en una amplia variedad de hábitats, ya que habiendo sido considerado acidófilo, durante el estudio se ha localizado también en sustrato calizo. La tabla 1 relaciona dichos hábitats, con una breve descripción de los mismos, a partir del trabajo más completo de Rodríguez *et al.* (2009). En todos los casos se trata de hábitats con cierto grado de humedad,



FIGURA 1. Aspecto general de *Echium cantabricum* en las laderas de la sierra del Cordel

y en un intervalo altitudinal de 1.100 a 2.100 m. Su hábitat óptimo es el de terrazas, fisuras, desprendimientos y canales de arroyada en formaciones de conglomerados, areniscas y calizas, en cotas elevadas, llegando a cubrir extensas superficies de forma casi monoespecífica; también vive en piornales, brezales, orlas de megaforbios y pastizales de las laderas contiguas. Las poblaciones de cotas inferiores, fundamentalmente en vaguadas de pastos meso-higrófilos, son más reducidas y menos vigorosas.

TABLA 1. Relación descriptiva de hábitats en que aparece *Echium cantabricum*. Los códigos de los mismos se refieren al proyecto "Cartografía detallada de Hábitats del Anexo I de la Directiva 92743/CEE a escala 1:10.000, espacios incluidos en la Red Natura 2000".

Código	Denominación	Particularidades locales
Hábitats principales		
33.c.11.101	Pedregales silíceos con grandes bloques estabilizados, de alta montaña ibérica, del <i>Dryopteridion oreadis</i> .	Comunidades pertenecientes al <i>Cryptogrammo crispae-Dryopteridetum oreadis</i> Rivas-Martínez in Rivas-Martínez & Costa 1970, que coloniza grandes bloques estabilizados; localmente muy empobrecida en características, conformadas en ocasiones únicamente por <i>Dryopteris oreades</i>
60.a.01.101	Pastos vivaces higrófilos o quionófilos, silícicolas (cervunales), de la alta montaña pirenaico-cantábrica, del <i>Nardion strictae</i>	Cervunales del <i>Polygalo edmundii-Nardetum strictae</i> Rivas-Martínez & al. 1984. instaurada en el piso orotemplado fuertemente atlántico. La gran influencia mediterránea y muy continental con taxones característicos de ella nos llevan a él. Sin embargo, la presencia de otros como <i>Galium saxatile</i> , <i>Festuca nigrescens</i> , <i>Polygala edmundii</i> , <i>Phleum alpinum</i> , <i>Jasione laevis</i> , <i>Euphrasia minima</i> y <i>Potentilla erecta</i> , hace que debamos incluirla, sin duda, en esta asociación
43.b.04.101	Orlas herbáceas vivaces de robleales occidentales ibéricos, silícicolas, del <i>Linarion triornithophorae</i>	Orla herbácea de los bosques caducifolios con comunidades que se incluyen en la asociación <i>Omphalodo nitidae-Linarietum triornithophorae</i> Rivas-Martínez in Rivas-Martínez & al. 1984. Son taxones abundantes en ella, <i>Linaria triornithophora</i> , <i>Lathyrus latifolius</i> , <i>L. montanus</i> , <i>L. niger</i> , <i>Trifolium medium</i> , <i>Aquilegia vulgaris</i> , <i>Stachys officinalis</i> , <i>Centaurea nigra</i> , <i>Melittis melissophyllum</i> , <i>Vicia orobus</i> , <i>Fragaria vesca</i> o <i>Geranium robertianum</i> , entre otros
27.a.03.101	Roquedos calizos, cantábricos, del <i>Saxifragion-canaliculatae</i>	Las comunidades rupícolas casmofíticas de la alianza <i>Saxifragion trifurcato-canaliculatae</i> pertenecen en este territorio a las asociaciones: <i>Anemono pavoniana-Saxifragetum canaliculatae</i> F. Prieto 1983, que representa la vegetación casmofítica de carácter ombrófilo situada altitudinalmente por encima del <i>Centrantho-Saxifragetum canaliculatae</i> , en aquellas áreas donde el bosque no puede llegar, y <i>Potentillo asturicae-Valerianetum apulae</i> Rivas-Martínez 1983

Hábitats secundarios

- | | | |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 42.a.01.101 | Megaforbios orófilos e higrófilos, del <i>Adenostylion alliariae</i> | Comunidades megaforbias propias de suelos ricos en materia orgánica del <i>Chaerophyllo hirsuti-Valerianetum pyrenaicae</i> Rivas-Martínez & al. 1984 corr. Izco, Guitián & Amigo 1986. Son abundantes, además de los taxones que dan nombre a la asociación, <i>Aconitum vulparia</i> y <i>A. napellus</i> . Se desarrollan en enclaves de ombroclima húmedo y cierta compensación edáfica del piso supra-templado, en estaciones umbrosas de arroyos y cascadas ubicados en ambientes nemorales |
| 65.a.03.002 | Matorrales silicícolas retamoides (piornales cantábricos de <i>Genista obtusiramea</i>) orocantábricos supra-orotemplados, del <i>Genistion polygaliphyllae</i> | Estos piornales aparecen como etapa serial de regeneración de los robledales y hayedos acidófilos de las laderas montañosas umbrías y más húmedas de la sierra de Peña Labra y formaciones colindantes |
-

BIOLOGÍA

Se define el periodo de floración, que se extiende entre los meses de mayo y agosto, con una amplia variación en función de la orientación, la altura y el intervalo altitudinal. También se ha observado polinización entomófila por parte de *Bombus agrorum* Fabr. y *Macroglossum* sp. La dispersión de las semillas se realiza en el entorno inmediato de la planta de forma pasiva (barocoria) y también por la intervención de aves y ganado (zoocoria).

DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL Y DEMOGRAFÍA

Se distribuye en pequeños núcleos dispersos, por las formaciones de Sierra Labra, Sierra del Cordel, Sierra Cebollera y Sierra Híjar, en el sector oriental de la cordillera Cantábrica, en la zona limítrofe entre las provincias de Palencia y Cantabria. Todas las poblaciones palentinas se encuentran en el Parque Natural de Fuentes Carrionas y Fuente Cobre-Montaña Palentina.

La mayor parte de las poblaciones conocidas corresponden a pequeños núcleos relictos, aislados con muy pocos individuos, por lo que se suponen muy sensibles a cualquier tipo de alteración. Generalmente se localizan en emplazamientos de difícil acceso, en formaciones rocosas y canales. También se han encontrado poblaciones bastante bien conservadas, cubriendo amplias zonas con densidades elevadas.

TABLA 2. Individuos censados por cuadrados UTM 1x1 km.

UTM 1x1 km	Prov.	Descripción de las poblaciones	Nº indivs.	Censo		Año censo	Observaciones
				directo	estimado		
UN8267	P	Población clásica en torno a 15 ha localizada en laderas y vaguadas. En pasto subhúmedo de diente, límite occidental de distribución	1078	x		2007	De escaso porte, frecuentemente con una sola roseta. Amenaza; presión ganadera. Acompañantes: <i>Leontodon pyrenaicus</i> y <i>Geranium subargenteum</i>
UN8268	C	<i>E. asturica</i> Lacaita -Losa (1958)	---				No se ha localizado
UN8566	C	Areniscas y conglomerados	35	x		2010	
2222	C	En ladera pedregosa de zona cimera a 2.100 m. Orientación E	6	x		2008	Amenaza; uso turístico - deportivo y reducido tamaño
UN8763	P	En terrazas y desprendimientos de conglomerado, en canal de arroyada, a 1.950 m, orientación SW, 150 m ²	18	x		2009	Amenaza; ramoneo de rebecos (<i>Rupicapra rupicapra</i>). Acompañantes: <i>Dryopteris oreades</i> , <i>Rumex suffruticosus</i> y <i>Senecio pyrenaicus</i>
UN8764	C	Sobre areniscas, en orientación SE.	295	x		2010	Representa en unión con el núcleo siguiente la población más óptima en la vertiente cantábrica
UN8764	C	Sobre areniscas, con orientación S	315	x		2010	Cerca del anterior núcleo
UN8856	P	En terrazas y arroyada, sobre areniscas y conglomerados, a 1.850 m. orientación SW, 1 ha	1850	x		2009	Poblaciones óptimas
UN8857	P	En terrazas, desprendimientos, y arroyadas, sobre areniscas y conglomerados, a 1.850 m, exposición S, 0,9 ha	2200		x	2009	Núcleo en afloramiento calizo
UN8864	C	En terraza, sobre areniscas.	0	x		2010	Dos individuos en el 2007
UN8866	C	En canales húmedas de areniscas	109	x		2010	Afectada por la estación de esquí
UN8956	P	En desprendimientos y terrazas de formaciones calizas, a 1.720 m, en exposición SE, en el límite meridional de su distribución conocida	27	x		2009	Acompañantes de interés: <i>Artemisia chamaemelifolia</i> subsp. <i>cantabrica</i> , también protegida a nivel autonómico

UTM 1x1 km	Prov.	Descripción de las poblaciones	Nº indivs.	Censo		Año censo	Observaciones
				directo	estimado		
UN9059	C	En canal de arroyada de arenisca roja básica, a 1.800 m, en exposición NE	45	x		2008	Acompañantes de interés: <i>Androsace cantabrica</i> o <i>Pulsatilla vernalis</i>
UN9063	C	En pastos de ladera a 1.650 m, en exposición NW	76	x		2007	Amenaza; exceso de carga ganadera
UN9167	C	Canal de arroyada, conglomerados	24	x		2010	
UN9362	C	En canal de arroyada a 1.250 m., exposición SW, en el límite oriental de distribución y en el límite altitudinal inferior	3	x		2008	Amenaza; carga ganadera
Total			6.081				

ESTATUS POBLACIONAL

Hemos censado 10 cuadrados UTM de 1x1 km., en los que se localizaron 16 poblaciones, arrojando un total global de 6.081 individuos (tabla 2). Se ha censado la totalidad de las poblaciones conocidas hasta la fecha. La provincia de Palencia alberga más del 85% del contingente poblacional conocido, con un total de 5.173 individuos, de los que el 79 % se enclavan en una única población situada en el pico Valdecebollas (2.136 m), que alberga además un singular núcleo sobre calizas. Para esta población hemos elaborado, en colaboración con el Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental de la Universidad de León, una propuesta de Microrreserva de Flora de Castilla y León. (Rodríguez et al. 2009).

COROLOGÍA

Fruto de las prospecciones realizadas, se amplía la distribución de *Echium cantabricum* al extremo oriental de la sierra de Peña Labra. En concreto, documentamos nueve poblaciones nuevas, correspondientes a los cuadrados UTM 1x1 km de la provincia de Palencia: UN8763, UN8856, UN8857, UN8956, y a los cuadrados UTM 1x1 km. de Cantabria: UN9159, UN8566, UN9160, UN88648, UN9362. Los datos correspondientes a los pliegos recogidos durante la realización del presente trabajo se detallan en el apéndice.

FACTORES DE AMENAZA

Los factores de amenaza detectados son, siguiendo la codificación utilizada por la European Comission (1997) en los formularios Red Natura 2000:

a) Agricultura y actividades forestales

- 140 Pastoreo. Se aprovechan los pastos de estas zonas, afectando el desarrollo óptimo de la especie *Echium cantabricum*.
- 165 Limpieza de matorral. El desbroce de los escobales podría afectar a los piornales cantábricos de *Genista obtusiramea*, uno de los hábitats del *Echium vulgare*.
- 180 Quema. Quemaz asociadas al aprovechamiento ganadero mencionado anteriormente.

b) Pesca, caza y captura/recolección

- 250 Colecta de plantas. Riesgo potencial.

c) Ocio y turismo

- 602 Estaciones de esquí. Actualmente existe una estación de esquí abandonada, muy próxima a la microrreserva.
- 624 Montañismo, escalada y espeleología. Podría afectar a la planta por pisoteo o recolección.

Discusión

Estado de conservación de la especie

Las nuevas poblaciones encontradas en los últimos años han permitido ampliar el conocimiento sobre la distribución de *E. cantabricum*. De otro lado, consideramos probable que en futuras prospecciones se encuentren nuevos enclaves. La estimación del tamaño poblacional también se ha incrementado considerablemente, habiéndose censado un total de 6.078 individuos en 10 cuadrados UTM 1x1 km.

No obstante, la restringida distribución que presenta este taxon, la enorme fragmentación de estos núcleos, su reducido tamaño poblacional y el resto de amenazas que pesan sobre él, indican que se sigue tratando de un endemismo con serios problemas de conservación, especialmente en las poblaciones cántabras, no incluidas en ningún Espacio Natural Protegido.

MEDIDAS DE GESTIÓN ACONSEJABLES

De forma general se aconseja el seguimiento de la evolución de sus poblaciones, el de su hábitat y la aplicación de medidas de protección. Figura en la Lista Roja de la Flora Vasculare (Moreno 2008) como "Especie con datos insuficientes" y en el Catálogo de Flora Protegida de Castilla y León (BOCYL 2007) como "En peligro de extinción". Su Categoría UICN es VU D2 según Aru *et al.* (2001).

Como medidas de gestión concretas, se propone:

- Realizar muestreos detallados de la vegetación.
- Realizar censos periódicos de las poblaciones.
- Obtener germoplasma (semillas) de las especies amenazadas, para conservación *ex situ*.
- Realizar un estudio de las condiciones ecológicas en las que se desarrollan las diferentes comunidades donde *Echium cantabricum* está presente.
- Realizar estudios sobre la biología reproductiva de *Echium cantabricum*.
- Impedir la construcción cualquier tipo de infraestructuras que supongan un cambio irreversible de la cubierta vegetal.
- Controlar las actividades ganaderas en cuanto a manejo y carga.
- Controlar la posible apertura de pistas para las actividades ganaderas o de ocio.
- Controlar los posibles incendios.

Agradecimientos

Por su colaboración a Bárbara Aru(†), a Elena de Paz Canuria, a Raquel Alonso Redondo y a Marta Eva García González, del Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental (Área de Botánica) de la Universidad de León.

Este trabajo ha sido realizado en parte gracias al convenio específico de colaboración entre la Universidad de León y la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León para la realización de trabajos científicos vinculados al desarrollo del Decreto 63/2007 de 14 de Junio, por el que se crea el catálogo de Flora Protegida de Castilla y León y la figura de protección denominada Microreserva de Flora 2008-2011.

Bibliografía

- ARU, B., DE PAZ, E., RUIZ DE GOPEGUI, J. A., ALONSO, R., & GARCÍA, M. E., 2007. *Ficha del Catálogo de Flora Protegida de Castilla y León – Echium cantabricum (Lainz) Fern. Casas & M. Lainz (Boraginaceae)*. Universidad de León - Junta de Castilla y León. (inédito).
- BAÑARES A., BLANCA, G., GÜEMES, J., MORENO, J. C. & ORTIZ, S. (eds.) 2004. *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Madrid. 1.069 pp.
- BOCYL, 2007. *Decreto 63/2007, de 14 de Junio, por el que se crean el Catálogo de Flora Protegida de Castilla y León y la figura de protección denominada Microreserva de Flora*.
- DÍEZ RIOL, A. 2002. *Echium cantabricum, una planta palentina en peligro de extinción*. (on line) (inédito).
- European Commission 1997. *Apéndice E. Actividades e impactos susceptibles de afectar el status de conservación de los sitios*. Diario Oficial de las Comunidades Europeas Nº L 107/153 24.4.97.

- GBC, Grupo botánico cantábrico 2008. *Distribution of Echium cantabricum* (M. Laínz) Fern. Casas & M. Laínz. <http://www.farmalierganes.com/Flora/>
- IRIONDO, J. M. (coord.) 2003. *Atlas de Flora Amenazada, Manual de Metodología de Trabajo Corológico y Demográfico*, versión 4.2. http://www.mma.es/secciones/biodiversidad/inventarios/inb/flora_vascular/pdf/d1_0.pdf
- LAÍNZ, M. (et col.) 1976. Aportaciones al conocimiento de la flora cántabro-astur, XI. *Bol. Inst. Est. Asturianos, supl. Ci.* 22: 3-44.
- LOSA, T. M. 1958. Catálogo de las plantas que se encuentran en los montes palentino-leoneses. *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 15: 243-376.
- MORENO, J. C. (Coord.) 2008. *Lista Roja 2008 de la flora vascular española*. Dirección General del Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas, Madrid. 86 pp.
- RODRÍGUEZ, A., RUIZ DE GOPEGUI, J. A., ALONSO, R., & GARCÍA, M. E. 2009. *Ficha de la Microrreserva de Flora del Valdecebollas*. Universidad de León - Junta de Castilla y León. (inédito).
- SEBCP 2007. *Lista Roja de la Flora Vascular Española Amenazada*. Borrador elaborado por el Comité de Expertos de la Lista Roja. 35 pp.
- UICN 2001. *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1*. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. ii + 33 pp.

Apéndice

Pliegos herborizados por los autores durante la realización del estudio:

- Cantabria: Hermandad de Campoo de Suso, Sierra Híjar, Cuenca Pepe, 30T391- 4760, 1640m, 15-jul-2007, canal de arroyada, en pasto de diente, T. García, SALA 134533.
- Cantabria: Hermandad de Campoo de Suso, estación de esquí de Alto Campoo, pico Tres Mares, junto al telesilla, 30T385 - 4766, 1925m, en pasto de diente 15-jul-2007 I. Zibelzu, SALA 134532.
- Palencia: La Pernía, Piedrasluengas, Venta Orquero, 30T 381- 4767, 1360m, junto a pilón, pasto de diente, 1-jul-2007 A. Gopegui, SALA 134531.
- Cantabria: Hermandad de Campoo de Suso, Sierra Híjar, Peña Rubia, 30T391-4759, 1850m, canal de arroyada, en pasto de diente 15-jul-2007 T. García, SALA 134534.
- Cantabria: La Pernía, Piedrasluengas, Venta Orquero, 30T381-4767, 1360 m., pasto de diente. 01.07.2007. . T. García, A. Gopegui, Y. Ruiz, L. García, A. Marcos, I. Zibelzu & A. Rodríguez, SALA 13453.
- Palencia: Brañosera. Valdecebollas. UTM 30T 388/ 4757 - 1800 m., 14-08-2008. T. García, A. Gopegui, Y. Ruiz, L. García, A. Marcos, I. Zibelzu & A. Rodríguez, LEB 93589.
- Palencia: Sierra de Peña Labra. Pico las Agujas 1850 m., Sta. M^ª. de Redondo. La Pernía, UTM 30T 387067/ 4763121 sobre sustrato ácido, 08-08-2008 T. García, A. Gopegui, Y. Ruiz, L. García, A. Marcos, I. Zibelzu & A. Rodríguez, LEB 104207.

Flora exòtica del Principat d'Andorra

Albert Ruzafa¹

.....

ABSTRACT

Exotic flora of Principality of Andorra

The exotic flora present in Andorra is the object of this study. Our main purpose has been to elaborate a floristic catalogue centered on the vascular flora. Thus, we searched previous citations in the literature and we visited a significant part of the areas which are more susceptible to host such species. These areas include ruderal places (urban environments, crops, roadsides), banks, pastures and xerophilous meadows, rocky grounds and scrublands with remarkable Mediterranean influence.

We catalogued 102 taxa, providing 27 novelties for the Andorran flora. The exotic taxa account for 6.5% of the total Andorran flora, a small percentage in comparison with other territories in southern Europe. This may be due to the important proportion of high mountain and steep terrain included in Andorra, which lets little chances for alien species. These are mainly found in lowlands, with milder climate.

Most of the catalogued taxa (86%) occur in two or one 1x1 km Lambert grid squares. The rest appear in greater areas, particularly *Senecio inaequidens* (38 squares) and *Buddleja davidii* (22 squares).

Key words: alien plants, floristic catalogue, naturalized flora, invasive plants, allochthonous, Pyrenees, northern Iberian Peninsula

RESUM

S'ha estudiat la flora exòtica present a Andorra. L'objectiu principal ha estat l'elaboració d'un catàleg florístic centrat en la flora vascular. Per realitzar-lo, s'han cercat citacions anteriors en la bibliogràfica disponible i s'ha recorregut una part significativa de les àrees més susceptibles d'acollir aquestes espècies. Entre aquestes àrees trobem espais ruderals (entorns urbans, conreus, vores de carreteres), riberes, pastures i prats xeròfils, tarteres, pedrusques i matollars amb una remarcable influència mediterrània.

Hem obtingut un catàleg format per 102 tàxons, 27 dels quals són nous per Andorra. La xifra de tàxons catalogats representa el 6,5% respecte el total de la flora d'Andorra, un percentatge petit en comparació amb altres territoris del sud d'Europa. Aquesta situació pot ser deguda al

1. Dept. Hortofructicultura, Botànica i Jardineria, ETSEA, Universitat de Lleida. Av. Alcalde Rovira Roure 191, E-25198 Lleida. aruzafa@alumnes.udl.cat

fet que una part important del territori andorrà forma part dels estatges subalpí i alpí; espais poc o gens favorables per a les espècies exòtiques que hi arriben més habitualment. Aquestes solen trobar-se en ambients situats a cotes més baixes, de clima més suau.

La major part dels tàxons catalogats (86%) són presents en dos o un quadrats dins la quadrícula Lambert d'Andorra 1x1 km. La resta dels tàxons catalogats apareixen en àrees més grans, en particular *Senecio inaequidens* (38 quadrats) i *Buddleja davidii* (22 quadrats).

Mots clau: plantes al·lòctones, catàleg florístic, flora naturalitzada, plantes invasores, Pirineus

Introducció

L'objectiu del present treball ha estat l'estudi de la flora al·lòctona d'Andorra per tal d'obtenir-ne un catàleg florístic específic.

L'àrea objecte de l'estudi, Andorra, se situa als Pirineus axials. Els 468 km² del seu territori comprenen cims de més de 2.900 m d'altitud, conformant un relleu accidentat, amb una altitud mitjana que, segons Raso (1999), és propera als 2.000 metres. L'espai situat per sota els 1.600 metres d'altitud és aquell on hem pogut observar major abundància i diversitat de plantes al·lòctones, un fet previsible, atès que bona part d'aquestes provenen d'àrees més o menys càlides. Tanmateix, aquest espai representa menys d'una quarta part de la superfície total d'Andorra.

Metodologia

S'han visitat preferentment els llocs amb més probabilitat de contenir plantes al·lòctones, és a dir espais amb un cert grau d'artificialitat. També hem dut a terme observacions en alguns espais naturals. A partir de les dades recollides hem elaborat mapes de presència de tàxons exòtics en quadrats Lambert de 1x1 km de costat.

Per tal de recollir citacions anteriors al present treball hem consultat fonamentalment els treballs de Losa & Montserrat (1951), Bouchard (1981), Casasayas (1989) i el Sistema d'Informació de la Biodiversitat d'Andorra (www.siba.ad). El fet de considerar al·lòcton un tàxon present al territori andorrà l'hem fonamentat en la informació trobada principalment en les obres de Bolòs & Vigo (1984-2001), Castroviejo *et al.* (1986, 1990, 1993, 1997, 1999, 2005), Casasayas (1989), Sanz Elorza *et al.* (2004) i Bolòs *et al.* (2005). La nomenclatura s'ha obtingut principalment de Bolòs *et al.* (2005).

Per tal d'incloure un tàxon al catàleg, hem considerat únicament aquells que, a més de ser al·lòctons, es trobin escapats de cultiu o mostrin una capacitat més o menys gran de reproduir-se en el medi receptor, o bé que, malgrat haver-se observat en espais més o menys confinats, tinguin potencial per a fer-ho segons la bibliografia consultada.

Resultats

A partir del treball de camp dut a terme durant els anys 2008, 2009 i 2010, juntament amb la recerca bibliogràfica efectuada en diverses obres que han tractat el territori andorrà, s'ha obtingut un catàleg de la flora al·lòctona d'Andorra que comprèn 102 tàxons (taula 1).

ESPECTRE TAXONÒMIC I COROLÒGIC

El conjunt de la flora al·lòctona d'Andorra que hem catalogat comprèn gimnospermes i angiospermes, i dins d'aquest darrer grup, dicotiledònies i monocotiledònies. En el present catàleg es troben representats un total de 82 gèneres i 42 famílies.

La flora al·lòctona present a Andorra comprèn fonamentalment angiospermes, dins de les quals el grup de les dicotiledònies és majoritari (88,1% de les famílies i 78,4% dels tàxons). És també dins aquest grup taxonòmic on trobem la família amb major representació pel que fa al nombre de tàxons, les *Asteraceae* (14 tàxons). Pel que fa a monocotiledònies, la família millor representada és *Poaceae* (13 tàxons).

Cal citar també altres famílies que aporten un nombre relativament elevat de tàxons, com és el cas d'*Amaranthaceae* (7), *Pinaceae* (6), *Brassicaceae* (5) i *Caryophyllaceae* (4). La resta de tàxons queda distribuïda en una notable diversitat de famílies, concretament 36, amb tres tàxons o menys cadascuna.

El grup corològic dominant en nombre de tàxons aportats correspon a neòfits de distribució americana (37 tàxons), seguit pels de les àrees mediterrània, asiàtica i europea oriental i central (taula 1). Hem inclòs també al catàleg aquells tàxons provinents d'hibridacions artificials, així com les varietats sorgides de l'àmbit ornamental.

TÀXONS REMARCABLES I AMBIENTS COLONITZATS AMB MÉS FREQUÈNCIA A ANDORRA

Els diferents tàxons recollits al catàleg apareixen al territori andorrà en superfícies extremament desiguals, com és d'esperar, atès que alguns tenen una considerable valència ecològica; mentre que d'altres toleren un ventall molt més limitat de condicions ecològiques. També cal tenir en compte que alguns dels tàxons presents han tingut temps de naturalitzar-se i propagar-se pel territori, mentre que per d'altres tot sembla indicar que fa poc temps que han estat introduïts.

És d'esperar per tant que, en analitzar les dades obtingudes a camp, apareguin casos dispersos. En aquest sentit, cal citar com a espècies més freqüents al territori andorrà *Senecio inaequidens* (present en 38 quadrats, el 40% dels quadrats Lambert de 1x1 km visitats), *Buddleja davidii* (22 quadrats, 23,2%), *Conyza canadensis* (8,4%), *Conyza sumatrensis* (8,4%) i *Impatiens balfourii* (8,4%); mentre

que tàxons com *Xanthium echinatum* subsp. *italicum* apareixen en un nombre molt reduït de quadrats, en aquest darrer cas escassament 3 m² de superfície en forma d'un únic nucli localitzat.

La major part dels tàxons catalogats són presents en 1 a 2 quadrats Lambert d'1 km de costat. En conseqüència, serien plantes no naturalitzades en espais de muntanya, tot i que una part d'aquestes podria ser de recent entrada i es trobarien en fase d'establiment. Dels tàxons presents en més de 2 quadrats Lambert de 1x1 km (17 tàxons, 16,7% del total catalogat), gairebé el 70% estan més o menys restringits a hàbitats notablement artificialitzats (cas per exemple del membre catalogat del gènere *Conyza*).

Als espais amb cert grau de naturalitat (matollars mediterranis, prats xeròfils, roquissars, boscos), el nombre de tàxons al·lòctons trobats és baix (7) i només un, *Senecio inaequidens*, mostra cert comportament invasor. El trobem en aquestes condicions en boixedes i pedregars amb influència mediterrània.

En riberes, en general amb certa pertorbació antròpica, hem observat 16 tàxons exòtics. En aquest àmbit cal remarcar la notable presència de *Buddleja davidii*, emprat amb certa freqüència com a ornamental.

En espais agrícoles, alguns tàxons del gènere *Oxalis* podrien esdevenir importants males herbes en conreus de regadiu. Pel que fa als espais de pastura, la incidència de tàxons al·lòctons és en general feble. La presència en ocasions i en feble densitat de *S. inaequidens* no hi ha ocasionat cap problemàtica, segons l'Associació de Pagesos i Ramaders d'Andorra.

Els espais ruderals concentren el màxim de presència de tàxons al·lòctons, degut a la contínua obertura d'espais buits que caracteritza aquests hàbitats i a l'entrada constant de propàguls.

La gran majoria de les plantes que figuren al catàleg han estat observades entre 900 i 1.600 metres d'altitud, on podem trobar àrees sotmeses a una notable influència mediterrània, i on alhora hi abunden els espais més o menys ruderalitzats. Tanmateix, cal destacar els casos de *Matricaria discoidea*, trobada durant el treball de camp a 2.240 metres d'altitud a la vall del Madriu, en un espai ruderalitzat prop d'un refugi, així com *Senecio inaequidens*, un tàxon que hem observat a altituds superiors a 1.700 metres als voltants de Ransol.

Cal afegir que la via d'introducció més freqüent a Andorra és la jardineria (39% dels tàxons), seguida per les introduccions involuntàries (30%).

Discussió

La xifra de tàxons al·lòctons que conformen el present catàleg constitueix el 6,5% del total de la flora d'Andorra. Aquesta última s'estima en 1.530 tàxons (Carrillo *et al.* 2008), als que amb aquest treball afegim 27 tàxons nous, així com

8 tàxons provinents de citacions extretes de la bibliografia i no recollits entre els 1.530 tàxons inicialment mencionats, 6 tàxons corresponents a varietats ornamentals que no han pogut ser identificades i 2 tàxons que, malgrat que són nous per a la flora d'Andorra, han estat observats únicament en cultiu però posseeixen en principi cert potencial per escapar de conreu. Considerem per tant una xifra de 1.573 tàxons per a la flora d'Andorra.

Aquest nivell d'invasió, proporció de tàxons al·lòctons respecte el total de tàxons presents en una àrea determinada, és baix, un fet a esperar en àrees de muntanya. Degut a la impossibilitat de visitar la totalitat del territori, i també al fet que determinades plantes hagin pogut passar desapercebudes en les àrees prospectades, és probable que el nombre de tàxons al·lòctons que es troben al Principat sigui superior a la xifra donada i, de fet, hauria d'anar en augment en el futur degut al trànsit de persones i mercaderies.

El nombre de tàxons al·lòctons catalogats per Andorra és similar a la xifra que Acedo & Llamas (2006) indiquen per a la província de León, que és de 110. El percentatge obtingut per al territori andorrà, 6,5%, seria també comparable al que Sanz Elorza (2006) dona per a l'Alt Aragó (Osca) i que se situa entre el 7,5 i el 8%.

Tanmateix, es tracta d'un percentatge força petit si el comparem amb els valors obtinguts a d'altres territoris, com poden ser Galícia (14%; Romero 2007), la Comunitat Valenciana (16,5%; Gómez-Serrano & Mayoral 2007) o Bizkaia (23,4%; Campos & Herrera 2009).

Aquesta presència relativament modesta d'espècies al·lòctones a Andorra pot ser deguda al fet que bona part del territori forma part dels estatges subalpí i alpí. Certament, les característiques abiòtiques que imperen en aquests estatges resulten poc adequades per a la major part de les espècies exòtiques més habituals en contrades properes i, en conseqüència, amb més probabilitats de ser transportades fins a Andorra. Es tracta de tàxons que, en general, solen desenvolupar-se sota condicions més benignes, com és el cas de les àrees situades a altituds inferiors.

Conclusions

El catàleg de la flora al·lòctona d'Andorra consta de 102 tàxons (6,5% de la flora) que pertanyen a 42 famílies. Aquest nivell d'invasió del 6,5% és baix respecte a diverses àrees no muntanyoses de la península Ibèrica i comparable a altres àrees de muntanya.

Només 17 dels 102 tàxons que hem catalogat són presents en més de dos quadrats Lambert 1x1km, en general lligats a zones pertorbades, tot i que alguns aconsegueixen desenvolupar-se en espais amb cert grau de naturalitat. En aquests espais és on podria donar-se algun tipus d'impacte negatiu, per exemple

en el cas de *Senecio inaequidens*. La resta d'elements del catàleg, que apareixen en dos quadrats o menys, es troben sovint formant petits nuclis ben delimitats.

Pel que fa als tàxons que ocupen un nombre elevat de quadrats, aconsellem a l'administració competent en el medi ambient d'Andorra fer un seguiment continuat de les poblacions d'aquells que s'indiquen en l'estudi i, eventualment, realitzar accions sobre el medi, ja sigui a nivell de restauració o millora d'espais pertorbats des d'on aquestes plantes puguin estendre's cap a espais de més naturalitat, o bé de control dels nuclis de població. Alhora, cal tenir també en compte aquells tàxons de recent arribada que, si bé només presenten en un principi algun nucli aïllat, poden arribar en alguns casos a naturalitzar-se.

En aquest sentit, seria d'interès dur a terme l'eliminació preventiva de petits nuclis ben localitzats de plantes al·lòctones de nova entrada que siguin susceptibles de naturalitzar-se. Caldria també regular la utilització de tàxons manifestament invasors en actuacions sobre el medi natural, així com la seva comercialització.

Considerem que el grau d'invasió i els efectes perjudicials que la presència de plantes al·lòctones poden causar a Andorra són en general de poca magnitud. Tanmateix, no són *a priori* negligibles i podrien anar en augment amb el temps, a causa d'entrades de nous tàxons al·lòctons de comportament invasor i també degut a la naturalització de tàxons que es trobin actualment en fase d'introducció a Andorra.

Agraïments

Vull agrair el suport i finançament rebuts del Govern d'Andorra, a través del Departament de Medi Ambient i del Departament d'Innovació i Recerca, i també del Centre d'Estudis de la Neu i de la Muntanya d'Andorra (Institut d'Estudis Andorrans).

Voldria expressar també el meu sincer agraïment al Dr. Josep Antoni Conesa i al Joan Pedrol pel seu suport durant l'elaboració del present estudi, així com als revisors d'aquest article pels seus interessants comentaris.

Bibliografia

- ACEDO, C. & LLAMAS, F. 2006. Catálogo de plantas alóctonas en la provincia de León (NW España). *Stud. Bot.* 25: 63-96.
- BOLÓS, O. & VIGO, J. 1984-2001. *Flora dels Països Catalans*. Barcino, Barcelona.
- BOLÓS, O., VIGO, J., MASALLES, R.M. & NINOT, J.M. 2005. *Flora manual dels Països Catalans*. 3ª ed. Pòrtic, Barcelona.
- BOUCHARD, J. 1981. *Primer herbari de la flora d'Andorra*. Institut d'Estudis Andorrans, Perpinyà.
- CAMPOS, J.A. & HERRERA, M. 2009. Análisis de la flora alóctona de Bizkaia (País Vasco, España). *Lazaroa* 30: 7-33.

- CARRILLO, E., MERCADÉ, A., NINOT, J. M., CARRERAS, J., FERRÉ, A., & FONT, X. 2008. *Check-list i llista vermella de la flora d'Andorra*. CENMA, Institut d'Estudis Andorrans i Departament de Medi Ambient, Govern d'Andorra.
- CASASAYAS, T. 1989. *La flora al·lòctona de Catalunya*. Tesi doctoral, Universitat de Barcelona.
- CASTROVIEJO, S. et al. (eds.). 1986, 1990, 1993, 1997, 1999, 2005. *Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Real Jardín Botánico, Madrid.
- GÓMEZ-SERRANO, M. Á. & MAYORAL, O. 2007. El origen de las especies naturalizadas en las floras valencianas (E de la Península Ibérica). *Dugastella* 4: 15-25.
- LOSA, M. & MONTSERRAT, P. 1951. *Aportación al conocimiento de la flora de Andorra*. Primer Congreso Internacional del Pirineo del Instituto de Estudios Pirenaicos. *Talleres Editoriales El Noticiero, S.A.*
- RASO, J. M. 1999. *El clima d'Andorra*. Monogràfics de Geografia, nº 5. Ministeri d'Educació, Joventut i Esports, Govern d'Andorra.
- ROMERO BUJÁN, M. I. 2007. Flora exòtica de Galicia (noroeste ibérico). *Bot. Complut.* 31: 113-125.
- SANZ ELORZA, M.; DANA, E. D. & SOBRINO, E. 2004. *Atlas de las plantas alóctonas invasoras en España*. Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- SANZ ELORZA, M. 2006. *La flora alóctona del Altoaragón. Flora analítica de xenófitas de la provincia de Huesca*. Gihemar S.A., Madrid.
- SIBA. *Base de dades del Servei d'Informació de la Biodiversitat d'Andorra*. <http://www.siba.ad/andorra/homepage.html>, consultat el 05/10/2010.

TAULA 1. Catàleg de la flora al·loctona d'Andorra. Per a cada tàxon, es presenta el nombre de quadrats Lambert d'1x1 km on s'hem pogut observar (en aquells casos en què disposem únicament de citacions recollides de la bibliografia i que no hem pogut contrastar a camp, el text apareix en gris i el nombre de quadrats correspon a les localitats recollides de la bibliografia), així com la corologia, la principal via d'introducció, una estimació de l'estat actual a Andorra per a aquells tàxons observats a camp i les mesures de gestió que considerem recomanables per a aquests darrers. Els tàxons es troben ordenats per nombre decreixent de quadrats on apareixen.

Tàxon	Quadrats	Origen	Introducció	Estat actual	Accions recomanades
<i>Senecio inaequidens</i>	38	Àfrica S	Involuntària	Naturalitzat	Seguiment/proves d'eliminació en espais ± naturals
<i>Buddleja davidii</i>	22	Tibet i Xina	Jardineria	Naturalitzat	Seguiment/proves d'eliminació en espais ± naturals
<i>Conyza canadensis</i>	8	Amèrica N	Involuntària	Naturalitzat	Cap
<i>Conyza sumatrensis</i>	8	Neotropical	Involuntària	Naturalitzat	Cap
<i>Impatiens baldouirii</i>	8	Himalaia	Jardineria	Naturalitzat	Seguiment/probes d'eliminació
<i>Amaranthus retroflexus</i>	7	Amèrica N	Involuntària	Naturalitzat	Cap
<i>Robinia pseudoacacia</i>	7	Amèrica N	Jardineria	Subespontani	Seguiment
<i>Helianthus tuberosus</i>	6	Amèrica N	Agricultura	± Naturalitzat	Seguiment/eliminació
<i>Cheiranthus cheiri</i>	4	Mediterrani E	Jardineria	± Naturalitzat	Seguiment
<i>Iris germanica</i>	4	Incert	Jardineria	± Naturalitzat	Seguiment
<i>Matricaria discoidea</i>	4	Àsia	Involuntària	Naturalitzat	Cap
<i>Oenothera biennis</i>	4	Amèrica N	Involuntària	± Naturalitzat	Eliminació dels nuclis existents
<i>Brassica oleracea</i> subsp. <i>oleracea</i>	3	Europa atlàntica	Agricultura	Subespontani	Cap
<i>Castanea sativa</i>	3	Eur. E i Àsia SW	Agricultura/altres	± Naturalitzat	Cap
<i>Echinochloa crus-galli</i> subsp. <i>crus-galli</i>	3	Paleotropical	Involuntària	Naturalitzat	Cap
<i>Lunaria annua</i> subsp. <i>annua</i>	3	Europa E	Jardineria	Naturalitzat	Seguiment
<i>Picea abies</i>	3	Boreo-subalpí	Jardineria/altres	Subespontani	Cap
<i>Acer negundo</i>	2	Amèrica N	Jardineria (incert)	Subespontani	Seguiment
<i>Acer pseudoplatanus</i>	2	Europa	Jardineria	Subespontani	Cap
<i>Amaranthus albus</i>	2	Amèrica N	Involuntària		
<i>Amaranthus blitum</i> subsp. <i>emarginatus</i>	2	Pantropical	Involuntària	Adventici	Cap
<i>Amaranthus hybridus</i>	2	Neotropical	Involuntària		

Tàxon	Quadrats	Origen	Introducció	Estat actual	Accions recomanades
<i>Artemisia verlotiorum</i>	2	Àsia E	Incert	± Naturalitzat	Seguiment
<i>Arundo donax</i>	2	Àsia	Jardineria/altres	Introduït	Eliminació
<i>Bromus catharticus</i>	2	Amèrica S	Incert	± Naturalitzat	Cap
<i>Calendula officinalis</i>	2	Desconegut	Jardineria	± Naturalitzat	Cap
<i>Centaurea cyanus</i>	2	Med. SE i Àsia W	Involuntària		
<i>Centranthus ruber</i> subsp. <i>ruber</i>	2	Mediterrani	Jardineria	± Naturalitzat	Cap
<i>Cerastium tomentosum</i>	2	Itàlia i Sicília	Jardineria	Subespontani	Seguiment
<i>Cymbalaria muralis</i>	2	Europa central	Incert	Naturalitzat	Cap
<i>Datura stramonium</i>	2	Neotropical	Jardineria/Involuntària	Subespontani	Cap
<i>Ficus carica</i>	2	Mediterrani	Incert	Naturalitzat	Cap
<i>Galinisoga ciliata</i>	2	Amèrica S	Involuntària	Naturalitzat	Seguiment
<i>Mahonia aquifolium</i>	2	Amèrica N	Jardineria	Subespontani	Cap
<i>Medicago sativa</i>	2	Àsia W	Agricultura	Naturalitzat	Cap
<i>Polygonum aubertii</i>	2	Àsia S	Jardineria	Subespontani	Cap
<i>Populus nigra</i>	2	Eur. E i Àsia W	Incert	Naturalitzat	Cap
<i>Populus x canadensis</i>	2	Híbrid - artificial	Jardineria	Naturalitzat	Cap
<i>Rhus typhina</i>	2	Amèrica N	Jardineria	Introduït	Cap
<i>Solanum lycopersicum</i>	2	Neotropical	Agricultura	Subespontani	Cap
<i>Sorghum halepense</i>	2	Paleotropical	Incert	Adventici	Cap
<i>Yerónica persica</i>	2	Àsia SW	Involuntària		
<i>Acer</i> sp.	1	Desconegut	Jardineria (incert)	Introduït	Cap
<i>Agrostemma githago</i>	1	Mediterrani E	Involuntària		
<i>Althaea rosea</i>	1	Europa E	Jardineria	Subespontani	Cap
<i>Amaranthus cruentus</i>	1	Neotropical	Jardineria	Subespontani	Cap
<i>Amaranthus deflexus</i>	1	Amèrica S	Involuntària	Naturalitzat	Cap
<i>Amaranthus powellii</i>	1	Amèrica N	Involuntària		
<i>Antirrhinum barbelieri</i> (ornamental)	1	Desconegut	Jardineria	Subespontani	Cap
<i>Aptenia cordifolia</i>	1	Àfrica S	Jardineria	Introduït	Cap

Tàxon	Quadrats	Origen	Introducció	Estat actual	Accions recomanades
<i>Avena sativa</i>	1	Europa central	Agricultura		
<i>Beta vulgaris</i>	1	Àsia Central	Agricultura	Subspontani	Cap
<i>Bidens frondosa</i>	1	Amèrica N	Involuntària	Introduït	Cap
<i>Cedrus deodara</i>	1	Himàlaya	Voluntària	Introduït	Cap
<i>Celtis australis</i>	1	Mediterrani i Àsia SW	Incert	Naturalitzat	Cap
<i>Conringia orientalis</i>	1	Med. E i Eur. Central	Involuntària		
<i>Consolida ajacis</i>	1	Mediterrani	Jardineria		
<i>Cortaderia selloana</i>	1	Amèrica S	Jardineria	Subspontani	Cap
<i>Cucurbita pepo</i>	1	Neotropical	Agricultura	Subspontani	Cap
<i>Cyrtodropuntia sp.</i>	1	Amèrica N	Jardineria	Subspontani	Cap
<i>Echinochloa colona</i>	1	Paleotropical	Involuntària		
<i>Elaeagnus pungens</i>	1	Àsia SE	Jardineria	Subspontani	Cap
<i>Eragrostis mexicana</i> subsp. <i>virescens</i>	1	Amèrica	Involuntària		
<i>Eragrostis pectinacea</i>	1	Amèrica N	Involuntària		
<i>Erigeron karwinskianus</i>	1	Neotropical	Jardineria	Subspontani	Seguiment/Eliminació dels nuclis existents
<i>Euphorbia lathyris</i>	1	Mediterrani E	Incert		
<i>Euphorbia prostrata</i>	1	Neotropical	Involuntària	Adventici	Cap
<i>Fallopia dumetorum</i>	1	Euràsia	Incert		
<i>Juglans regia</i>	1	Mediterrani E	Agricultura/altres	± Naturalitzat	Cap
<i>Juncus tenuis</i>	1	Amèrica N	Incert		
<i>Lamium maculatum</i> (ornamental)	1	Ornamental	Jardineria	± Naturalitzat	Eliminació dels nuclis existents
<i>Larix decidua</i>	1	Latealpi	Silvicultura (incert)	Subspontani	Cap
<i>Larix x eurolepis</i>	1	Híbrid	Silvicultura (incert)	Introduït	Cap
<i>Lepidium virginicum</i>	1	Amèrica N	Involuntària	± Naturalitzat	Cap
<i>Lolium multiflorum</i>	1	Itàlia N	Agricultura	Subspontani	Cap
<i>Lychnis coronaria</i>	1	Europa SE	Jardineria	Subspontani	Cap
<i>Mentha spicata</i>	1	Desconegut	Agricultura		
<i>Opuntia sp.</i>	1	Desconegut	Involuntària	Adventici	Cap

Tàxon	Quadrats	Origen	Introducció	Estat actual	Accions recomanades
<i>Oxalis corniculata</i>	1	Àsia SE	Involuntària	Naturalitzat	Cap
<i>Oxalis latifolia</i>	1	Amèrica S	Involuntària	± Naturalitzat	Seguiment/Eliminació dels nuclis existents
<i>Oxalis vallicola</i>	1	Amèrica S	Involuntària	± Naturalitzat	Seguiment/Eliminació dels nuclis existents
<i>Parthenocissus inserta</i>	1	Amèrica N	Jardineria	Subespontani	Cap
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	1	Amèrica N	Jardineria	Subespontani	Cap
<i>Pulsiflora caerulea</i>	1	Amèrica S	Jardineria	Subespontani	Cap
<i>Petroselinum crispum</i>	1	Eur. SE i Àsia W	Agricultura	Subespontani	Cap
<i>Pinus halepensis</i>	1	Mediterrani	Voluntària	Introduït	Seguiment/Eliminació dels nuclis existents
<i>Pinus pinaster</i>	1	Mediterrani	Voluntària	± Naturalitzat	Seguiment/Eliminació dels nuclis existents
<i>Polycarpon tetraphyllum</i>	1	Mediterrani	Involuntària	Adventici	Cap
<i>Prunus persica</i>	1	Xina occidental	Agricultura/Involuntària	Subespontani	Cap
<i>Rubia tinctorum</i>	1	Mediterrani E	Incert		
<i>Ruta chalepensis</i> subsp. <i>chalepensis</i>	1	Mediterrani	Incert		
<i>Salvia officinalis</i> subsp. <i>lavandulifolia</i> (ornamental)	1	Ornamental	Jardineria	Subespontani	Cap
<i>Secale cereale</i>	1	Àsia Central	Agricultura		
<i>Setaria parviflora</i>	1	Amèrica N	Involuntària	Adventici	Cap
<i>Setaria viridis</i>	1	Paleotropical	Involuntària	Adventici	Cap
<i>Solidago canadensis</i>	1	Amèrica N	Jardineria	Subespontani	Cap
<i>Spiraea salicifolia</i>	1	Eur. C-E i Àsia	Jardineria	Subespontani	Cap
<i>Tanacetum parthenium</i>	1	Àsia W	Jardineria	± Naturalitzat	Cap
<i>Tradescantia fluminensis</i>	1	Amèrica S	Jardineria	Subespontani	Cap
<i>Vinca major</i>	1	Mediterrani	Jardineria	Subespontani	Cap
<i>Vinca minor</i>	1	Eurosiberiana	Jardineria	Introduït	Cap
<i>Xanthium echinatum</i> subsp. <i>italicum</i>	1	Amèrica	Involuntària	Introduït	Eliminació dels nuclis existents

Projecte CromoCat: 10 anys (1999-2009)

Joan Simon^{1*}, Sergi Massó¹ & Cèsar Blanché¹

ABSTRACT

CromoCat Project: 10 years (1999-2009)

Chromosomal database of Catalan wild flora (CromoCat) began gathering cytogenetic information in 1999 and, at the end of 2009, it consists of 50,510 records, documented in 7,078 bibliographic references and covers 4,231 taxa (86,5% of the vascular flora of Països Catalans). Counts from the region represent 25.5% of the total data. Since 2006, the project has incorporated a new module (GenoCat) which gathers molecular genetic diversity data, that allow to complete a comprehensive genetic diversity database, the third component of biodiversity established in the CBD, in general, quite forgotten. Today GenoCat has 1,224 references, covering 1,185 taxa, 22.4% of the Catalan flora.

Innovations are described in the software for a new version based on a library system consisting of links and interactions with users, following Web 2.0 standards, and future cytogenetic research needs of Països Catalans are identified, concerning 749 taxa of which there is no available information and that constitute a priority to document genetic diversity levels of vascular plants as a basis for their conservation.

Key words: chromosome database, genetic diversity, Catalan Countries, biodiversity information system

RESUM

El banc de dades cromosòmiques de flora silvestre dels Països Catalans (CromoCat) va iniciar la recopilació d'informació citogenètica l'any 1999 i a finals de 2009 consta de 50.510 registres, documentats per 7.078 referències bibliogràfiques i que cobreix 4.231 tàxons (el 86,5% de la flora vascular dels PPCC). Els recomptes procedents del territori representen el 25,5% del total de dades. A partir de l'any 2006, el projecte ha incorporat un nou mòdul (GenoCat) que agrupa les dades de diversitat genètica molecular, que permeten completar una base de dades global de diversitat genètica, el tercer component de diversitat biològica establert al CBD, en general, força oblidat. En l'actualitat, GenoCat consta de 1.224 referències, que cobreixen 1.185 tàxons, el 22,4 % de la flora dels PPCC.

1. BioC-GReB, Institut de Recerca de Biodiversitat, Laboratori de Botànica, Facultat de Farmàcia, Universitat de Barcelona, Av. Joan XXIII s/n, E-08028 Barcelona
*joansimon@ub.edu

Es descriuen les innovacions en el programari per a una nova versió basada en un sistema de biblioteca d'enllaços i d'interaccions amb els usuaris segons criteris Web 2.0 i s'identifiquen les futures necessitats de recerca en citogenètica dels PPCC, referides a 749 tàxons dels quals no es disposa de cap mena d'informació i que constitueixen una prioritat per documentar els nivells de diversitat genètica de la flora vascular, com a base per a la seva conservació.

Mots clau: banc de dades cromosòmiques, diversitat genètica, Països Catalans, sistema d'informació de biodiversitat

Introducció

La conservació de la biodiversitat exigeix que els països -i els seus governs- prenguin decisions que tenen importants implicacions socials, polítiques i econòmiques. D'ençà la *Convenció per la Biodiversitat de Rio de Janeiro* el 1992, es reclama un accés fàcil i oportú a informació rellevant de la biodiversitat als tres nivells reconeguts: *ecològica* o de les comunitats biològiques, *específica* o diversitat sistemàtica i *genètica* o diversitat intraespecífica. Si bé és cert que hi ha abundància de dades -i de llocs que en recopilen- dels dos primers nivells, no és menys manifesta la poca abundància de sistemes que emmagatzemen dades a nivell genètic, que consisteix en recopilar la diversitat de versions dels gens (al·lels) i de la seva distribució i que és la base de les variacions interindividuals i a la fi, de la varietat dels genotips.

En aquest context, l'any 2001 es va donar a conèixer la base de dades relacional CromoCat, que pretén agrupar les dades referents a la variabilitat genètica de la flora dels Països Catalans. Actualment, aquest sistema consta de dos mòduls: a) CromoCat, com a dipòsit de les dades cromosòmiques tant a nivell de material del nostre territori (*Cro-in*) com de material d'altres països (*Cro-out*) i, b) d'ençà l'any 2006, del mòdul GenoCat que agrupa les dades de diversitat genètica molecular, igualment, de la nostra flora. Aquests dos mòduls formen part del Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya (BDBC) finançat pel Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya a través d'un conveni amb la Universitat de Barcelona (<http://biodiver.bio.ub.es/biocat>).

En aquest article, més enllà de reflectir l'estat actual de CromoCat quant al buidatge realitzat, voldríem donar a conèixer cap on s'encamina el futur de les bases de dades en el context dels grans canvis esdevinguts amb les actuals tecnologies de la informació i de la comunicació. En el moment en què CromoCat compleix 10 anys (període 1999-2009) pretenem compartir les reflexions fetes entre els autors sobre el futur de l'accés públic a la informació sobre diversitat biològica i, en particular, cap on s'adreça CromoCat els propers anys.

L'accés a la informació i el repte de compartir-la

L'accés fàcil a la informació biològica és un repte des del punt de vista de l'eficiència, ja que l'objectiu és posar a disposició dels usuaris (investigadors, gestors del territori i estudiosos en general) la informació en una escala de temps durant la qual els organismes i els processos biològics que es volen conservar no es deteriorin per la lentitud en la presa de decisions. D'altra banda, disposar d'informació rellevant, completa i d'alta qualitat és fonamentalment un repte des del punt de vista científic, ja que només el rigor del mètode científic permet generar informació per analitzar responsablement diferents opcions, avaluar tendències i predir els seus potencials impactes en el territori. Per a aquests reptes, és clar que les tecnologies de la informació presenten en els darrers anys una conjuntura única.

Dues revolucions tecnològiques s'han conjugat en els darrers 10 anys per enfrontar aquests reptes. Primer de tot, cal esmentar la revolució de la informàtica de consum que posa avui en dia, en un simple ordinador personal, la capacitat computacional i de procés només disponible en ordinadors de grans dimensions i altíssim cost fins fa pocs anys. La segona revolució és la de les comunicacions gràcies a les quals, autopistes digitals com Internet trenquen barreres físiques que abans obstaculitzaven el trasllat i l'accés a la informació eficientment i que, en definitiva, porta al desenvolupament ràpid de la informàtica de la biodiversitat. Aquest nou camp se sol definir com una nova àrea interdisciplinària per desenvolupar la tecnologia d'informació i comunicació (TIC) en els processos de generació, processament i divulgació d'informació per donar suport a la conservació de la biodiversitat. A més, aquesta fabulosa quantitat d'informació ens permet arribar en pocs segons fins a la majoria de fonts primàries amb la garantia de qualitat que hom pot oferir per a la verificabilitat de les dades que s'ofereixen. Però el fet de disposar, a títol personal, dels articles a text complet com a font primària, no dóna cap dret a poder oferir-los a tota la comunitat científica i d'usuaris en general, a través d'una xarxa oberta si tenen, com és habitual, una llicència de *copyright*.

Aquesta problemàtica ha esdevingut general en qualsevol tipus de banc de dades que s'ha obert al públic i, la majoria de vegades, s'ha resolt només deixant les citacions bibliogràfiques tan completes com ha estat possible. Amb la digitalització de les biblioteques ha aparegut en molt poc temps tota una sèrie de solucions que ofereixen un ventall de noves possibilitats a l'hora de redissenyar les clàssiques bases de dades cap a gestors documentals i, fins i tot, amb possibilitats d'interactuar amb serveis de la web social coneguda com Web 2.0.

Cal, a més, ser conscients que camps com la genètica o la biologia molecular han experimentat un ràpid avenç en els darrers anys fruit, en gran mesura, de

l'ús compartit de les dades que exerceixen els investigadors en aquestes àrees. Compartir dades enforteix la recerca científica de diferents maneres: encoratja la diversitat d'opinió, afavoreix la síntesi, promou la formulació d'hipòtesis noves i permet l'exploració de nous camps diferents als previstos inicialment pels investigadors que van generar les dades. També, i molt important, evita la innecessària duplicació de dades.

Actualment, bona part de la recerca sobre diversitat genètica de plantes està finançada amb fons públics, de manera que hom podria entendre que les dades pertanyen a tots els ciutadans, produïdes per al bé comú i, per la qual cosa, haurien de ser de lliure accés, com, de fet, és reconegut a la legislació catalana i espanyola. Les restriccions de disponibilitat només haurien d'estar justificades en casos excepcionals (per exemple, contenir informació relacionada amb espècies en perill d'extinció, comprometre drets de confidencialitat o privacitat, etc.). No cal dir que l'ús compartit i l'accés públic a les dades que provenen d'investigació finançada amb fons públics afavoreix l'optimització dels recursos invertits.

Es podria pensar en dues raons fonamentals per les quals compartir dades no és encara una pràctica comuna entre investigadors del nostre entorn: el desig dels investigadors de guardar les seves dades per a un possible ús en treballs posteriors i la suposada existència de barreres tecnològiques o logístiques. Però, actualment, el valor de la informació en sí mateixa està de baixa, i guardar les dades confidencials per a un possible ús futur no posa en relleu tota la seva importància. Des del punt de vista tecnològic, la revolució que ha suposat la Web 2.0 o web social ha permès el desenvolupament d'eines i protocols que fan possible als investigadors documentar, compartir i emmagatzemar les seves dades de manera adequada per a l'ús a llarg termini i de manera àmpliament distribuïda, incloent, dins la seva activitat experimental, com a pràctica generalitzada, el desenvolupament de metadades.

Metodologia

Per abordar la problemàtica associada als grans bancs de dades de biodiversitat s'han de resoldre una sèrie de reptes importants. El repte global és articular un procés amb tres tasques bàsiques: captura de dades i emmagatzematge de la informació, anàlisi i interpretació d'aquesta per convertir-la en informació més elaborada, i, finalment, transferència de la informació, en diferents formats, per a diferents tipus d'usuaris. A més, la informació generada es contrasta amb les necessitats dels usuaris i ha de retroalimentar el procés per generar en el futur altres nivells d'informació (fig. 1).

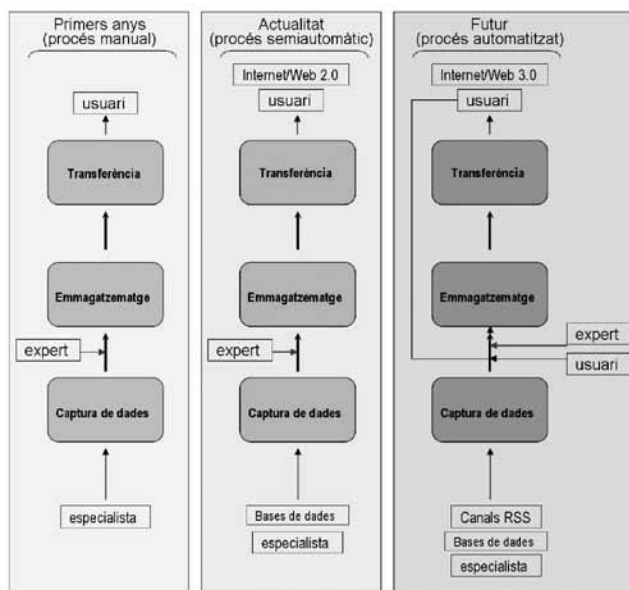


FIGURA 1. Esquematzació del processos bàsics de CromoCat/GenoCat al llarg del temps

CAPTURA DE DADES

Si bé, de bon començament, les dades s'entraven manualment a partir de fonts primàries, ben aviat es va fer evident que la producció de dades a nivell mundial sobrepassa en molt la nostra capacitat per recopilar-les. Es feien necessaris sistemes semiautomàtics que, si bé tenien com a font inicial altres grans bancs de dades documentals, gaudien de l'avantatge de la rapidesa i de la possibilitat d'evitar errades de transcripció. En aquest sentit, programar petits *scripts* (programes simples a mida per fer una tasca concreta) facilita l'aprofitament de dades ja capturades en altres formats, en principi incompatibles entre elles. Però ha estat en el camp documental on l'avenç de la tecnologia ha estat més notable. Així, els grans gestors bibliogràfics tenen capacitat, actualment, per entrar enormes quantitats de bibliografia a partir de filtres prèviament establerts i sense necessitat, pràcticament, de fer servir el teclat. Amb tot, un futur ben proper albira encara més automatisme a través dels canals RSS que permetran la captura d'informació en temps real i sense, inicialment, intervenció humana. No cal dir, però, que el principal repte en aquesta àrea continua essent l'articulació d'un procés prou segur mitjançant el qual la recollida de dades quedi sempre documentada de manera eficient i

meticulosa, de manera que es pugui tornar a la font de les dades primària per garantir que la versió digital d'aquestes tingui el suport d'evidències físicament verificables. Aconseguir la implantació d'aquest procés molt automatitzat basat en canals RSS és particularment difícil, ja que l'expert que n'ha de verificar les dades pot veure's materialment ofegat per l'enorme quantitat de "soroll" o d'informació no vàlida que es pot arribar a capturar (vegeu figura 1).

EMMAGATZEMATGE I METAANÀLISI

Des del punt de vista científic, aquesta és l'etapa en què es duu a terme el procés intel·lectual més crític: l'anàlisi de les dades, la comprovació o desaprovació d'informació poc contrastada i la generació d'informació més digerida o coneixement. No cal dir que les actuals bases de dades relacionals han jugat i encara tenen un paper essencial en aquesta etapa, però més enllà de la capacitat de procés del magatzem de dades, cal cercar aplicatius que no només en permetin la consulta sinó també l'accés controlat dels usuaris per tal d'interactuar amb la pròpia base de dades. Internet ja possibilita serveis distribuïts en què és relativament senzill treballar directament enfront de la base de dades que emmagatzema tota la informació, però amb un nivell de "capes" d'accés restringit que n'assegurin la funcionalitat i que permetin validar cadascuna de les dades introduïdes per usuaris externs abans que aquestes es pugin visualitzar.

TRANSFERÈNCIA DE LA INFORMACIÓ

Aquesta és l'etapa que finalment posa les dades en mans dels usuaris. El repte fonamental no és només oferir al públic l'accés a la informació, sinó accés a informació rellevant i comprensible per a la diversa tipologia d'usuaris. És prou evident que els sistemes d'informació oberts basats en Internet s'han erigit com la tecnologia omnipresent a la cerca d'informació. Cal esmentar, però, que a part dels reptes tècnics de comunicació en aquesta etapa, hi ha l'important repte de salvaguardar la propietat intel·lectual que tenen bona part de les fonts primàries si s'ofereixen a text complet.

Mòduls CromoCat i GenoCat: estat actual i evolució del volum de registres

El nombre de registres de CromoCat introduïts a data 01/01/2010 és de 50.508 referències. D'aquestes, 3.029 corresponen a recomptes i dades cromosòmiques de la taula CRO-IN, 40.412 corresponen a la taula CRO-OUT i 7.078 corresponen a referències bibliogràfiques (taula 1). D'aquestes, només 87 registres corresponen a dades obtingudes sobre material del Principat d'Andorra.

El mòdul CromoCat inclou, amb actualització de desembre de 2009, dades sobre un total de 4.231 tàxons (espècies i subespècies), que representa un total del 86,5% del tresor total de flora vascular (pteridòfits, licopodiòfits, gimnos-

TAULA 1. Volum de dades aportades a CromoCat per anys (actualitzat a 31-XII-2009). El contingut de les taules CRO-IN i CRO-OUT és explicat al text.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
CRO-IN	2.333	2.563	2.691	2.823	2.871	2.875	2.875	3.002	3.028
CRO-OUT	23.510	27.419	30.535	31.754	32.861	36.134	37.595	40.047	40.412
Bibliografia	4.862	5.240	5.696	5.929	6.128	6.603	6.809	7.051	7.078
Total	30.705	35.222	38.922	40.506	41.860	45.612	47.279	50.101	50.508

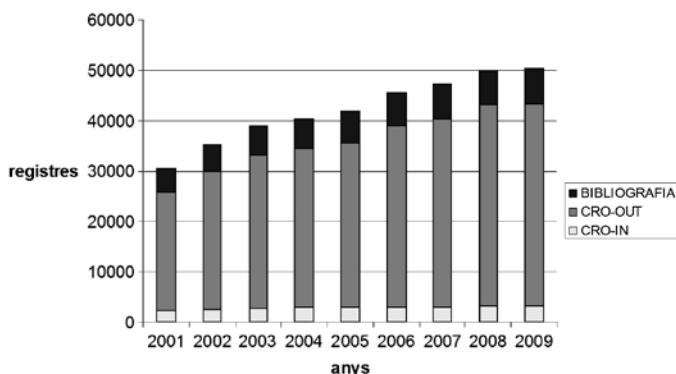


FIGURA 2. Evolució del nombre de registres de CromoCat (2001-2009)

permes i angiospermes) catalana adoptat pel BDBC. Cal especificar aquí, que la cobertura d'informació correspon tan sols en un 24,8% a les dades de CRO-IN, essent la resta, referida a la taula CRO-OUT. A la figura 2 es presenten les dades corresponents als 10 anys d'incorporació de dades al mòdul CromoCat, en forma de gràfic acumulatiu, on hom hi pot observar l'increment continuat de dades, que fa pensar que la metodologia de captura d'informació és encara prou efectiva per identificar la producció científica en diversitat cromosòmica, que segueix generant-se a un ritme constant.

Pel que fa a GenoCat, les dades de desembre de 2009 aporten dades sobre un total de 1.185 tàxons (espècies i subespècies), que representa el 24,22% del tesaure total de la flora vascular catalana adoptat pel BDBC. El mòdul GenoCat va iniciar la seva implementació l'any 2006 i ha anat acumulant ràpidament nova informació sobre diversitat genètica fins atènyer les xifres de 1.224 referències i 369 citacions bibliogràfiques a data de desembre de 2009. Per tal d'avaluar la progressió de captura de noves dades des del seu inici, presentem a la figura 3 i a la taula 2, les incorporacions fetes anualment:

TAULA 2. Evolució de les dades incorporades al mòdul GENOCAT (2006-2009)

	2006	2007	2008	2009
Registres	1.226	609	777	1.224
Citacions bibliogràfiques	980	527	728	369

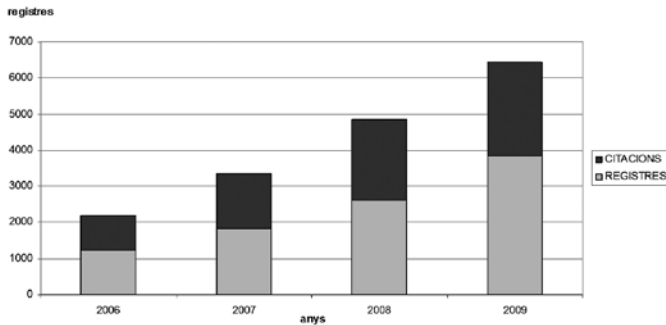


FIGURA 3. Evolució del nombre de registres de GenoCat (2006-2009)

Camps d'aplicació dels mòduls CromoCat i GenoCat

EINES DE SUPORT A LA RECERCA I A LA DOCÈNCIA

El volum de dades existents al mòdul permeten considerar CromoCat com el banc de dades cromosòmiques funcional més gran de la regió mediterrània i agrupa ja una quantitat d'informació que és referent internacional. És emprat per a la verificació de dades publicades en sèries internacionals de nombres cromosòmics (p.ex. *Mediterranean Chromosome Number Reports*, editat per la revista *Flora Mediterranea*), per a obtenir informacions en la preparació d'articles científics de tot el món o per formar part del nucli de bancs de dades cromosòmics internacionals coordinats per la societat científica OPTIMA (*Organization for the Phyto-Taxonomic Investigation of the Mediterranean Area*), la qual cosa –al seu torn– obliga a mantenir-ne la funcionalitat, la qualitat i la presentació, sabent les consultes que s'hi fan. Aquesta posició es pretén mantenir incrementant la coordinació amb d'altres bancs específics.

Ultra la consulta individual i directa “en obert” a través del BDBC, s'ha produït enguany un inici d'explotació de la informació “en bloc”, en aportar des de CromoCat les dades cromosòmiques bàsiques per a la redacció del *Llibre Vermell de flora endèmica i amenaçada de Catalunya* (Sàez et al. 2010), essent un clar exemple de la seva aplicació a la recerca en conservació de flora .

En general, els treballs de síntesi que exploten la informació de CromoCat permeten confirmar com a prioritat de recerca la necessitat d'aconseguir conèixer, com a mínim, el nombre cromosòmic de tota la flora endèmica i amenaçada de

Catalunya (hi ha 749 tàxons dels quals no es disposa de cap mena d'informació cromosòmica, mancança que ara hom pot identificar gràcies a CromoCat), en una primera fase, i, segonament, abordar l'anàlisi de conjunt sobre diversitat cromosòmica de la flora catalana. Al costat dels aspectes aplicats i pràctics de la informació continguda a CromoCat, ens interessa destacar la contribució a l'establiment de futures línies de recerca botànica fonamental que fa possible l'explotació de les informacions de CromoCat.

De manera anàloga, es pretén que GenoCat adquireixi amb el temps la mateixa significació que pot tenir ara CromoCat en el camp de la recerca en biodiversitat vegetal. Coneixem ja les primeres consultes al BDBC per obtenir informació de diversitat molecular sobre espècies catalanes destinades a treballs d'investigació i esperem poder desenvolupar les matrius de genotips basades en DEMIURGO que puguin permetre metaanàlisis de qualitat. La potencialitat d'aquest programari ha estat presentada recentment a un congrés científic (Jaén-Molina *et al.* 2009) incorporant dades de poblacions catalanes de *Matthiola* (*Cruciferae*) a l'estudi de l'endemisme a les illes oceàniques africanes.

CromoCat i GenoCat són emprats també com a material de suport a treballs acadèmics d'estudiants de diverses universitats catalanes.

EINES DE SUPORT A LA GESTIÓ DE LA BIODIVERSITAT.

Les informacions contingudes als dos mòduls de diversitat genètica, situades en el marc dels coneixements teòrics i pràctics que la ciència d'avui ofereix als gestors de la biodiversitat (*cf.* per exemple, Avise 1994, Frankham *et al.* 2002) tenen les possibilitats concretes d'aplicació pràctica (priorització d'accions de conservació, definició d'unitats de conservació o de gestió basades en unitats evolutives independents, etc.) dels inventaris de diversitat genètica. Tanmateix, l'aparició de documents estratègics nacionals fa que calgui posar l'accent en la necessitat d'aplicar els continguts de GenoCat i CromoCat a la construcció d'una autèntica estratègia catalana per a la preservació de la diversitat genètica del nostre patrimoni biològic.

En aquest sentit, cal citar la publicació recent de dos documents fonamentals, al Regne Unit (Gregory *et al.* 2006) i a Suècia (Lundqvist *et al.* 2008), països capdavanters en la conservació de la biodiversitat per posar en valor el manteniment de la variabilitat genètica dels tàxons i poblacions d'un territori per tal de mantenir-ne els fenotips existents, la integritat genètica i les adaptacions locals, així com permetre taxes de variació que permetin fer front als canvis ambientals. Un sector particular d'aquesta problemàtica té a veure amb la conservació de les poblacions (i els gens que contenen) dels avantpassats silvestres de plantes conreades i la necessitat de contemplar també aquest àmbit de diversitat en el disseny de reserves i en les polítiques de conservació, amb una incidència real en el futur de la humanitat (Maxted *et al.* 2008). El coneixement

acumulat a GenoCat i a CromoCat permet des d'ara abordar la preparació d'una *Estratègia catalana de conservació de diversitat genètica* que ens permeti estar a l'alçada dels països europeus que ja la tenen o que es troben en camí de preparar-la (Blanché *et al.* 2010), per a la qual cosa l'ocasió de l'any 2010 com a any internacional de la Biodiversitat s'escau com a particularment oportuna.

Reptes futurs: cap a la biblioteca d'enllaços 2.0

La informàtica per a la biodiversitat constantment tracta de resoldre els nous reptes que planteja l'ús intensiu de les noves tecnologies. En el cas de CromoCat/GenoCat, un d'aquest reptes ja es va manifestar a mida que la taula de bibliografia va depassar els primers milers de citacions. Actualment, amb més de 7000 referències bibliogràfiques, la seva gestió i organització ha esdevingut cada cop més feixuga i, a voltes, traumàtica, amb petites dificultats per poder-ne garantir la compatibilitat de codificació de les dades. Amb la creació de GenoCat aquesta dificultat va créixer a causa de l'enorme complexitat inherent a l'estudi de la diversitat genètica molecular, al ventall de tècniques, als grans volums d'informació involucrats i a les múltiples relacions que es poden establir, essent impossible dissenyar sistemes d'informació a GenoCat que presentin coneixement per a qualsevol context. Més aviat, es considera que l'alternativa més factible és procedir, de manera incremental, des de la dada bàsica d'informació sobre un determinat espècimen, fins a altres nivells més alts d'informació i coneixement que s'obtenen directament de la font primària i que responguin a les necessitats particulars de cada investigador. Si els usuaris mateixos poden manipular i combinar aquestes dades, ells s'encarregaran de construir el coneixement apropiat per a les seves necessitats.

D'ençà l'any 2008, GenoCat ja va oferir la possibilitat d'accedir a bona part dels seus articles a text complet sempre i quan es fes ús de la base de dades des de l'interior de l'àmbit de la xarxa informàtica de la Universitat de Barcelona, on resideix. Enguany, però, qualsevol investigador pot accedir als articles a text complet des de qualsevol ordinador, sempre i quan tingui els drets de còpia en la seva institució i salvaguardant, així, el drets d'autor i *copyright* que té bona part de la literatura científica.

La tecnologia dels nous serveis de servidors d'enllaços permet oferir des de qualsevol plataforma un enllaç que vinculi directament l'usuari amb el registre de material del seu catàleg en línia. En funció dels drets del catàleg on es connecti podrà visualitzar només la disponibilitat, o si s'autentifica en qualsevol institució, podrà accedir a aquells materials que la seva biblioteca tingui contractats. D'aquesta manera, i sempre a distància, es pot accedir directament bé a continguts electrònics que ja són en obert -cas del *PubMed*, per exemple- com a d'altres prèviament contractats per la institució a la qual pertany un determinat usuari.

Per a portar a terme aquesta nova estratègia de cerques, s'ha optat per utilitzar serveis sempre gratuïts, que a la vegada abastin el màxim d'institucions i de biblioteques. És per això que s'ha optat per oferir, en una primera etapa, només dos tipus d'enllaços a "text complet". Per una banda, i sempre que el document ja estigui disponible, s'ofereix l'enllaç a la llibreria *PubMed Central*®, sense cap tipus de restricció. I complementàriament, sempre s'ofereix l'enllaç al servei *WorldCat*® que farà de passarel·la cap a la institució des d'on es fa la consulta. Actualment *WorldCat* ofereix el catàleg de referències més gran del món, amb més de 150 milions de registres bibliogràfics que inclouen llibres, vídeos, publicacions periòdiques, articles, llibres gravats, llibres electrònics, objectes digitals, llocs web i molt més. A més, la plataforma està traduïda a 470 llengües (també al català) de 112 països i territoris d'arreu del món.

L'enllaç a *WorldCat* fa de "capa intermèdia" que, un cop degudament autenticats per IP o manualment, ens permetrà accedir als recursos de la institució de l'usuari, sigui quina sigui, arreu del món. La interoperabilitat entre la plataforma *WorldCat* i una determinada institució, sol dur-se a terme, moltes vegades, a través del servei *SFX*®. *SFX* és el servidor de connexió més utilitzat i la solució de vinculació per la qual han optat més de 1.500 biblioteques a tot el món. *SFX* proporciona als usuaris els vincles sensibles a l'article de text complet i a la col·lecció d'altres recursos definits en el catàleg en línia d'accés

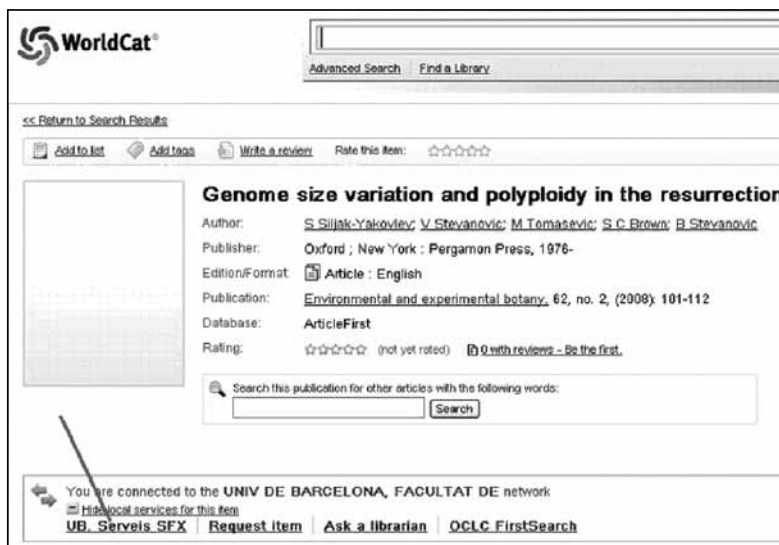


FIGURA 4. Captura de pantalla del servei WorldCat amb la capa de SFX activa.

públic (OPAC) de la biblioteca al qual està subscrit. També ofereix els documents dels diferents proveïdors de lliurament, i els dipòsits d'informació local. Serà aquest servei, en definitiva, el que farà de filtre per accedir al text complet o, pel contrari, ens deixarà només amb el corresponent resum, si existeix.

Quan les institucions tenen un servidor SFX, apareix un botó SFX amb cada referència recuperada per *WorldCat* -independentment de si els recursos estan localment en la institució o en una ubicació remota- de tal manera que l'usuari es troba a un sol clic d'un menú SFX que ofereix un nombre de serveis molt gran relacionats amb aquesta referència (fig. 4). Així doncs i en resum, des del BDBC (on resideixen els mòduls CromoCat/GenoCat) estem a només dos clics de ratolí de poder obtenir els articles a text complet salvaguardant sempre les polítiques de *copyright*.

El futur sembla que s'orienta cap a l'estàndard que s'està configurant a l'entorn de l'anomenat *OpenURL* i que ja utilitzen cercadors tan coneguts com *Google* en alguns dels seus serveis com *Google Scholar*. A l'espera, però, que s'aclareixi el mapa de protocols per a la interoperabilitat entre una font d'informació i un component de servei, hem optat per la prudència d'apostar per formats molt utilitzats avui en dia i de provada eficàcia i eficiència.

En aquests moments, des de GenoCat ja oferim més de 1.200 referències en aquest nou format i ja s'ha començat la conversió de la resta de citacions -tant de CromoCat com de GenoCat- envers al nou format que, previsiblement, atès el seu volum, durarà uns quants anys. Paral·lelament s'ha iniciat una bateria de proves-pilot a petita escala per a poder accedir a aquestes dades a través de serveis tipus Web 2.0.

Conclusions

L'Equip de Biologia de la Conservació de plantes (BioC), del qual depèn d'ençà 1999 el manteniment de CromoCat i GenoCat, ha estat pioner en l'àmbit dels PPCC en aquest camp, i participa activament a escala internacional en iniciatives de gestió de dades de diversitat genètica. Per assolir el nou nivell d'operativitat i de prestacions es requereix la participació de més investigadors i una inversió suplementària (tant d'administracions públiques com de la pròpia UB) per tal d'articular un procés participatiu, ambiciós i realista, en el nou àmbit de la informàtica de la biodiversitat.

CromoCat com a projecte té davant seu tres importants reptes en l'agenda del futur immediat. Un, de projecció externa de caràcter divulgatiu, consisteix en publicar en paper l'*Atlas cromosòmic* dels PPCC, per tal de contribuir a la difusió de la informació sobre diversitat cromosòmica del país, en el marc de la flora dels Països Catalans (Bolòs et al. 2005). El segon repte és de caràcter intern i tecnològic, tot fent ús de les noves i estimulants opcions tecnològiques

per compartir informació i adaptar-la a la Web social o web 2.0. Cal desenvolupar nous sistemes més fàcilment adaptables a les necessitats dels investigadors i dels gestors del territori que s'estudia. I en tercer i últim lloc, aconseguir l'estandardització de les metadades i tesaures com a primer pas per a definir una terminologia comuna que permeti dur a terme l'entrada, validació, accés, integració i síntesi de les dades de manera automatitzada i assegurar una documentació completa i precisa del contingut de les dades preparada per la nova Web 3.0 o Web semàntica.

Resta en l'horitzó més llunyà implementar sistemes integrats de maneig de coneixement sobre diversitat genètica, a través de l'ús intensiu de la informació per començar a convertir-la en coneixement, mitjançant esquemes de visualització, modelatge, anàlisi i presentació de grans volums d'informació en format *wiki*. És aquí on s'espera complir el somni que el prenedor de decisions tingui el coneixement "a pocs clics de distància" sense requerir dels experts necessàriament, ja que el coneixement rellevant i d'alta qualitat científica estarà actualitzat, amb fàcil accés i oportunitat disponible per a tota la nostra comunitat científico-tècnica.

Agraïments

Part del treball ha estat finançat pel projecte CGL2007-60475/BOS (MEC) i part de la captura de dades ha estat finançada pel Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya (DMAH-Universitat de Barcelona). Durant el procés de recopilació d'informació des de l'any 1999, diversos estudiants i col·laboradors han aportat la seva dedicació a CromoCat, sense la qual no s'hauria atès l'estat actual de desenvolupament dels mòduls.

Bibliografia

- AVISE, J. 1994. *Molecular markers, Natural History and Evolution*. Chapman & Hall, New York.
- BERNAL, M. 1999. *Estudi biosistemàtic del gènere Dianthus L. al NE de la península Ibèrica*. Tesi doctoral (inèd.), Universitat de Barcelona, Barcelona.
- BLANCHÉ, C., BOSCH, M., LÓPEZ-PUJOL, J., MARTINELL, M.C., MASSÓ, S., MOLERO, J., ORELLANA, R., ROVIRA, A. & SIMON, J. 2010. Aportacions de la Genètica de la Conservació a una futura Estratègia de conservació de la flora de Catalunya. *II Jornades Catalanes de Conservació de Flora*- Institut Botànic de Barcelona-Jardi Botànic de Barcelona-DMAH. 7-8 de juny, Barcelona
- BOLÓS, O. DE., VIGO, J., MASALLES, R. M. & NINOT, J. M. 2005. *Flora manual dels Països Catalans*, 3era. ed. Pòrtic, Barcelona.
- FRANKHAM, R., BALLOU, J. D. & BRISCOE, D. A. 2002. *Introduction to Conservation Genetics*. Cambridge University Press, Cambridge.
- GREGORY, A., BURKE, T., FERRIS, R., ROBSON, J., SMITHERS, R. & WHITLOCK, R. 2006. *The conservation of genetic diversity: Science and policy needs in a changing world*. UK Population Biology Network. JNCC report 386. Peterborough.

- JAÉN-MOLINA, R., CAUJAPÉ-CASTELLS, J., REYES-BETANGORT, J.A., AKHANI, H., FERNÁNDEZ-PALACIOS, O., PÉREZ DE PAZ, J., FEBLES-HERNÁNDEZ, R. & MARRERO-RODRÍGUEZ, A. 2009. Investigando la endemización en Canarias con géneros que no han radiado: el caso de *Matthiola*. *IV Congreso de Biología de la Conservación de Plantas. Almería, 15-18 de setembre*. Llibre electrònic de resums. Universidad de Almería – Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas, Almería.
- LUNDQVIST, A. C., ANDERSSON, S. & LÖNN, M. 2008. *Genetic variation in wild plants and animals in Sweden*. Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm.
- MAXTED, N., FORD-LLOYD, B. V., KELL, S. P., IRIONDO, J.M., DULLOO, M. E. & TUROK, J. 2008. *Crop Wild Relative Conservation and Use*. CAB International, Wallingford-Cambridge.
- SÀEZ, L., AYMERICH, P. & BLANCHÉ, C. 2010. *Llibre Vermell de les plantes vasculares endèmiques i amenaçades de Catalunya*. Argania Editio, Barcelona.

Anàlisi de la diversitat vegetal en un paisatge agrícola de les serres exteriors prepirinenques. El cas de la vall d'Àger

Albert Xavier Solé^{1*}, Àlex Juárez¹, Aritz Royo¹, Joel Torra¹, Jordi Recasens¹ & Josep Antoni Conesa¹

.....

ABSTRACT

An assessment on plant diversity in a pre-Pyrenean field landscape: the case of Ager valley

In this study the habitat variability and heterogeneity effects on plant diversity have been quantified based on the partitioning of species into additive landscape components. The presence of vascular plant species within seven type of land uses integrated in the agricultural landscape in La Vall d'Àger (Lleida, Catalonia) has been recorded. The within- and between-community diversity components at four hierarchical levels (quadrat, patch, habitat type and landscape) have been derived. The model implies that the within-community diversity measure at a higher scale level is the combined effect of heterogeneity at various lower levels. The results suggest that diversity components proportions depend on the habitat type and on the diversity aspect that were chosen. Plants seem to be a good landscape biodiversity indicator, since the more variability and heterogeneity in the landscape structure, the higher diversity it holds. Furthermore, La Vall d'Àger presents high diversity values as a consequence of the habitat variation within the valley, and of the different agricultural managements.

Key words: mosaic landscape, weeds, additive partitioning

RESUM

En el present estudi s'ha quantificat l'efecte de la variabilitat i heterogeneïtat d'hàbitat d'un paisatge agrícola sobre la riquesa i diversitat vegetal mitjançant el mètode de partició additiva. S'ha anotat la presència de plantes vasculares en set usos de sòl presents en el paisatge agrícola de la Vall d'Àger (Lleida, Catalunya). Els valors de diversitat s'han estimat a partir de les espècies comunes i no comunes en quatre nivells jeràrquics (inventari, camp, tipus d'hàbitat i paisatge). Aquest model considera la diversitat comuna en un nivell jeràrquic concret com la suma de la diversitat comuna i no comuna en els nivells jeràrquics consecutivament inferiors. Els resultats suggereixen que la proporció de diversitat observada en un d'aquests nivells depèn del tipus d'hàbitat i de l'índex utilitzat. El mètode d'estudi proposat verifica que la flora esdevé un bon indicador de la biodiversitat d'un paisatge agrícola i que com més alta sigui la seva variabilitat i heterogeneïtat (paisatge en mosaic i amb diferents usos del sòl) més alta és la seva diversitat. El paisatge agrícola de la Vall d'Àger presenta valors elevats de diversitat a conseqüència de la variabilitat d'hàbitats dins de la vall i del maneig agrícola.

Mots clau: paisatge en mosaic, flora arvense, partició additiva

1. Dept. Hortofruïcultura, Botànica i Jardineria, ETSEA, Universitat de Lleida. Av. Alcalde Rovira Roure 191, E-25190 Lleida

*xavi.sole@hbj.udl.cat

Introducció

Els ecosistemes agrícoles basen el seu funcionament i persistència en l'acció antropogènica per l'obtenció de recursos. Les característiques d'aquests hàbitats depenen dels patrons espacials i temporals de les pertorbacions causades per les pràctiques agrícoles (Wagner *et al.* 2000) i la seva biodiversitat ofereix beneficis ecològics (Altieri 1999).

Un dels elements més característics dels sistemes agrícoles el constitueix la flora arvense. És ben conegut el perjudici i nocivitat que algunes d'aquestes espècies ocasionen en la producció agrícola, no obstant això, esdevenen importants components de l'agroecosistema en constituir la primera baula de la cadena tròfica. En els sistemes agrícoles la flora arvense té un important paper en aportar biodiversitat, afavorir les funcions de l'ecosistema i donar suport a altres organismes (Marshall *et al.* 2003). Diferents parts de la planta (teixits, pol·len, nèctar) ofereixen un ampli ventall de recursos per a la fauna associada. A més de subministrar aliment a herbívors tenen altres funcions com provisió de recer, refugi per a la reproducció i estructura en l'interior de l'hàbitat. Al seu torn, ofereixen heterogeneïtat ambiental en l'espai i en el temps.

Duelli (1997) va plantejar el concepte de paisatge en mosaic en el marc de l'ecologia del paisatge per a l'estudi de la biodiversitat de zones conreades tant a nivell local com regional. Els aspectes clau que l'autor defineix són: a) la variabilitat d'hàbitat (diferents tipus d'usos del sòl), b) l'heterogeneïtat d'hàbitat (fragmentació, estructura i connectivitat del mosaic) i c) la proporció de vegetació natural present. L'autor fa important menció en el fet que la biodiversitat no només augmenta amb el nombre de biòtops presents (p.e. tipologia de cultius o usos del sòl, tesselles de vegetació natural), sinó que també ho fa amb un augment de l'heterogeneïtat.

En aquest treball es pretén valorar l'aplicació i el significat de l'ús del nombre d'espècies i de l'índex de Shannon en una pasaitge en mosaic.

Materials i mètodes

La Vall d'Àger es troba ubicada al bell mig de les serres exteriors prepirinenques i influenciada pel contacte dels territoris fisiogràfics sicòric –característiques climàtiques continentals- al sud, i prepirineu –característiques climàtiques submediterrànies- a què pertany (Bolòs *et al.* 2005). El paisatge agrícola en mosaic domina la majoria de la Vall d'Àger: camps de cereal, farratges i ametllers. També s'observen altres elements del paisatge com la vegetació natural, zones urbanitzades, guarets, marges entre camps, camins, etc. El present treball es va portar a terme durant la primavera de 2009. L'estudi s'ha portat a terme en una superfície de 25 km². Els camps de cultiu són relativament petits (<0,5 ha) en contraposició a les dimensions que poden assolir en altres indrets de Catalunya.

Una comunitat pot ser definida en qualsevol dimensió, escala o nivell dins d'una jerarquia d'hàbitats (Begon 1996). Per tal de dur a terme les mesures de diversitat es va usar el model additiu de diversitat de Lande (1996) adaptat per Wagner *et al.* (2000) (fig.1). El model considera que la diversitat regional és estimada com la suma de la diversitat α (nombre d'espècies en una mostra representativa d'una comunitat considerada homogènia) i la diversitat β (substitució d'espècies entre els diferents comunitats homogènies). Per tant, es considera la diversitat a nivell de paisatge com $\gamma = \alpha + \beta$.

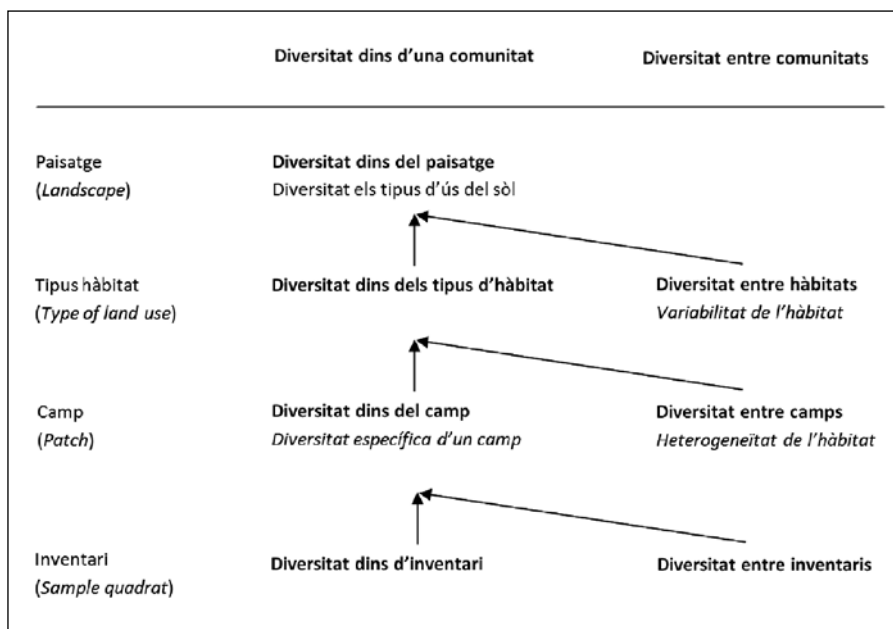


FIGURA 1. Proposta del model jeràrquic de partició additiva. En cursiva apareixen els factors corresponents al concepte de mosaic definit per Duelli (1997).

Dins del paisatge agrícola de la Vall d'Àger es van considerar set usos del sòl diferents: cereals (marges i centres dels camps), alfals (marges i centres de camps), ametllers, espones entre camps i marges de camins. La diferenciació entre els inventaris ubicats just al límit del conreu i la part central o interior del conreu serveix per avaluar la biodiversitat arvense existent a dos llocs del mateix camp afectats per una intensificació agrícola diferent. En cada ús de sòl es van escollir deu camps i en cada un d'ells s'hi van distribuir aleatòriament

20 inventaris. Es van realitzar un total de 1.400 inventaris d'1 m² anotant la presència de plantes vasculares.

El conjunt d'hàbitats estudiat presenten uns maneigs particulars. En el cas dels cereals les terres es llauen abans de la sembra i s'hi apliquen herbicides. En el cas dels ametllers només s'hi efectua el llaurat en el moment en què el pagès ha d'entrar a fer la recol·lecció. L'alfals es manté en el mateix camp durant 4 anys amb una mitjana de tres segues per any. Marges de camins i espones entre camps no estan subjectes a cap maneig mantenint una dinàmica natural.

A partir del model additiu que van utilitzar Wagner *et al.* (2000) per a quantificar la diversitat d'espècies es van establir els següents nivells jeràrquics:

- Unitat de mostreig o parcel·la d'inventari
- Camp de conreu
- Usos del sòl
- Paisatge agrícola en mosaic

La diversitat va ser estimada mitjançant la riquesa d'espècies i l'índex de Shannon. La riquesa dóna informació sobre la presència o no d'una espècie mentre que la diversitat de Shannon està relacionada amb la dominància de les espècies segons la seua presència.

La notació utilitzada al llarg del treball per descriure les mesures de diversitat dins de cada nivell és la següent:

- α : diversitat alfa.
- β : diversitat beta
- S : riquesa d'espècies en el nivell considerat
- \underline{S} : mitjana aritmètica de la riquesa d'espècies en el nivell considerat
- H : índex de Shannon en el nivell considerat
- \underline{H} : mitjana aritmètica de l'índex de Shannon en el nivell considerat
- q : es refereix als inventaris (*quadrat*)
- p : es refereix a camps (*patch or management unit*)
- t : es refereix al tipus d'ús del sòl (*type of land-use*)
- l : es refereix al paisatge agrícola (*landscape*)

Per tant, els índexs de riquesa d'espècies S per als diferents nivells són els següents:

$$S_{\beta q} = S_{\alpha p} - \underline{S}_{\alpha q} \quad S_{\beta p} = S_{\alpha t} - \underline{S}_{\alpha p} \quad S_{\beta t} = S_{\alpha l} - \underline{S}_{\alpha t}$$

L'índex de Shannon es basa en l'abundància proporcional (π) de l'espècie i en el camp p :

$$\pi_{ip} = \frac{f_{ip}}{f_{.p}}$$

on f_{ip} és el nombre d'inventaris on està present l'espècie i en un camp p i $f_{.p}$ és el total d'inventaris realitzats en el camp p . Per a cada tessel·la es va corregir la π dins de cada tipus d'ús de sòl (t) mitjançant les àrees mostrejades (0):

$$\pi_{it} = \sum_p \frac{a_{pt}}{a_{.t}} * \pi_{ip}$$

L'índex de Shannon s'expressa com:

$$H = - \sum_i \pi_i * \ln \pi_i$$

on π_i és l'abundància proporcional de l'espècie i . Anàlogament a la riquesa d'espècies, també es calcula l'índex de Shannon per als diferents nivells d'estudi:

$$H_{\beta p} = H_{\alpha t} - \underline{H_{\alpha p}} \qquad H_{\beta t} = H_{\alpha l} - \underline{H_{\alpha t}}$$

Resultats

En les figures 2 i 3 es representen respectivament la riquesa d'espècies i la diversitat de Shannon.

Pel que fa a la riquesa d'espècies S , es varen comptabilitzar un total de 258 espècies (Sal) dividides en una riquesa mitjana pel tipus d'ús de sòl ($S\alpha t$) i entre tipus d'ús del sòl ($S\beta t$) de 119 i 139 espècies respectivament. $S\alpha t$ és obtinguda a partir de la suma de la riquesa entre camps ($S\alpha p$) amb un total de 36 espècies i dins dels camps ($S\beta p$) amb 83 espècies. La $S\alpha p$ consisteix en la riquesa mitjana dins els quadrats $S\alpha q$ i entre quadrats $S\beta q$ amb 8 i 28 espècies respectivament. El percentatge de la diversitat del paisatge atribuïda a la diversitat específica degut al camp, a la heterogeneïtat degut a l'hàbitat i la variabilitat en l'hàbitat (DUELLI 1997) van trobar-se respectivament en la proporció de 15:32:53.

El valor de l'índex de Shannon dins el paisatge (Hal) va ser de 4,93, provinent de la suma de l'índex entre tipus d'ús del sòl ($H\beta t = 0,72$) i dins tipus d'ús del sòl ($H\alpha t = 4,21$). L'índex $H\alpha t$ es compon a la vegada de l'índex entre camps ($H\beta p = 1,28$) i dins camps ($H\alpha p = 2,93$). El percentatge de la diversitat del paisatge

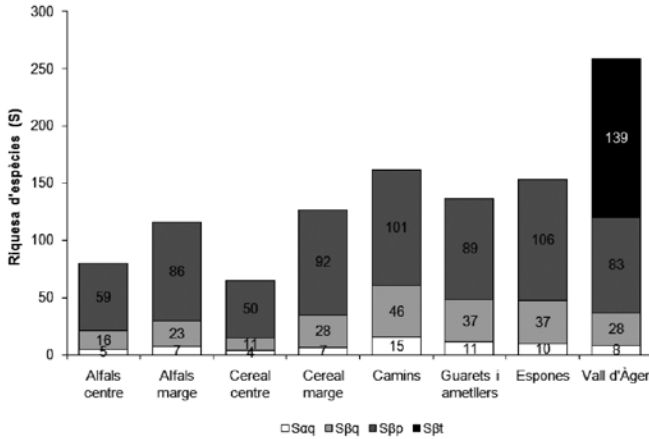


FIGURA 2. Partició additiva de la riquesa d'espècies entre les diferents tipologies d'usos del sòl considerades a la Vall d'Àger (S α q: alfa inventaris; S β q: beta inventaris; S β p: beta camps; S β t: beta usos de sòl).

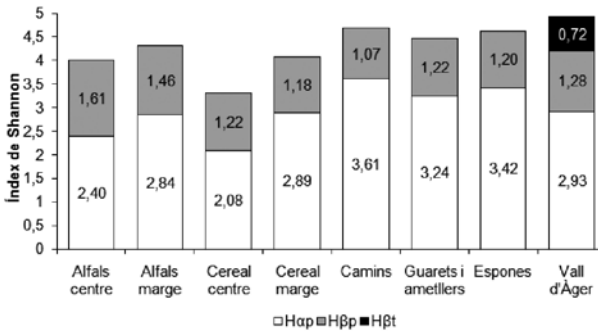


FIGURA 3. Partició additiva de l'índex de Shannon en les diferents tipologies d'usos del sòl considerades a la Vall d'Àger (H α p: alfa camps; H β p: beta camps; H β t: beta usos de sòl).

atribuïda a la diversitat específica degut al camp, a la heterogeneïtat degut a l'hàbitat i la variabilitat en l'hàbitat (Duelli 1997) van trobar-se en la proporció de 59:27:14 per a l'índex H . El valor de diversitat H decreix en augmentar l'escala, mentre que el de riquesa S augmenta. Això va succeir en general en totes les tipologies d'ús del sòl.

Discussió

El model d'anàlisi de la diversitat del paisatge agrícola per partició additiva desenvolupat per Wagner *et al.* (2000) s'ha validat per al territori estudiat. L'aplicació d'aquest model additiu implica que la mesura de la diversitat vegetal

dins d'una comunitat al màxim nivell és resultat de la suma de la diversitat en els nivells inferiors. No obstant això, cal tenir presents alguns condicionants de tipus metodològic en la interpretació dels resultats. Tal i com descriuen Lande (1996) i Wagner *et al.* (2000) els resultats obtinguts pels dos índex no són directament comparables ja que expressen coses diferents. Els dos índex utilitzats presenten un comportament diferent en percentatge de l'explicació de la diversitat aportada per les components que integren el model additiu i jeràrquic. A més a més, per a una mesura de diversitat els valors de diversitat portats per la contribució dels elements de paisatge de Duelli (1997) (fig.1) no són proporcionals. El tipus d'hàbitat més divers depèn del nivell de comparació al que fem referència. La riquesa es mostra sensible a la $S\beta t$, la variabilitat d'hàbitat segons Duelli (1997). Per contra, l'índex de Shannon assoleix els màxims valors en el nivell en Hap , la diversitat específica del camp segons Duelli (1997). Els resultats indiquen que la forma en què la diversitat es reparteix entre els elements del paisatge depèn exclusivament de l'índex que s'hagi utilitzat. La composició del paisatge és l'element clau per explicar la riquesa d'espècies, però no es pot dir el mateix sobre l'índex de Shannon.

Tot i que el model no té en compte els processos que determinen les diferències entre els patrons de distribució de les espècies sí que es pot utilitzar com una eina per entendre'ls. La contribució en la diversitat de la variabilitat d'hàbitat, de la seua heterogeneïtat i l'específica d'un camp es poden comparar entre elles per cada mesura de diversitat al estar expressades en les mateixes unitats.

Pel que fa a la riquesa d'espècies s'observa que la major representativitat d'aquesta diversitat recau en la riquesa entre tipus ($S\beta t$). Des d'aquest punt de vista, s'observa que en el conjunt dels cultius que integren el paisatge agrícola de la Vall d'Àger, la gran majoria de les espècies trobades no segueixen un patró de ser comuns en tots els usos del sòl o hàbitats. A mesura que ens desplacem en el territori anem incorporant noves espècies. Cal tenir en compte que el maneig agrícola condiona la flora present en el camp i cada tipus d'ús de sòl té un maneig concret (Duelli 1997 i Marshall *et al.* 2003). Dins de cada tipus d'ús de sòl, la major diversitat es aportada per la riquesa entre camps ($S\beta p$). Valors elevats de $S\beta p$ indiquen que a mesura que inventariem més camps, apareixen noves espècies que no tenen perquè ser comunes en tots els cultius. Es a dir, l'heterogeneïtat pròpia del tipus d'ús de sòl és la responsable dels valors observats.

La riquesa d'espècies (S) té en compte la presència i absència d'un *taxon* en un espai concret, sense tindre en compte la superfície de mostreig ni la freqüència en què un *taxon* apareix en la unitat de mostreig. A partir d'aquesta metodologia d'estudi la riquesa és l'índex que ofereix una interpretació menys confosa.

Els camins i les espones són segons la riquesa d'espècies els tipus d'ús de sòl més diversos. En ells cal destacar la presència de teròfits que es desenvo-

lupen en sòls compactes i ruderalitzats (Conesa 1997) i hemicriptòfits. Aquestes espècies però són molt més estranyes en el que són els hàbitats cultivats *sensu stricto* on el maneig agrícola potencia una espècies en detriment d'altres (Kleijn & Snoeijs 1997). Moltes espècies arvenses però en els marges de camins no hi troben refugi a l'estar adaptades a sobreviure a partir d'un llaurat del sòl.

Els centres dels camps de cereals i alfals són els hàbitats amb una menor riquesa (de 65 i 80 espècies respectivament). En el cereal destaca la presència en alguns camps de *Hypocoum procumbens*, *Papaver rhoeas* i *Polygonum convolvulus* espècies característiques de comunitats messegueres (Bolòs et al. 2005). En els ametllers s'hi troben moltes gramínies de sòls compactats com *Cymodon dactylon*, diverses espècies del gènere *Bromus* i *Dactylis glomerata*. També s'hi troben espècies de tipus ruderal com la *Salvia verbenaca* o *Plantago lanceolata*. Per tal de comprendre la flora actual dels ametllers cal tenir en compte quan temps fa que en aquest no s'hi realitzen treballs agrícoles, essent assimilables a un guaret. Aquests són colonitzats per la vegetació veïna iniciant l'evolució a comunitats més madures però de cara a la conservació de fauna i concretament d'alguns pteròclids aquestes terres no cultivades tenen un paper molt important (Herranz & Suárez 1999 i Martínez & de Juana 1996). L'evolució natural de la vegetació a partir de la colonització de la vegetació veïna es percep en algun dels inventaris fent palesa l'evidència de l'efecte de veinatge que descriuen Wagner et al. (2000).

En l'anàlisi conjunta de les plantes observades, 139 es diferencien segons el tipus d'ús del sòl (*S/ùt*) i 83 formen part d'un tipus de sòl concret (*Sat*) fet que permet tenir una idea de l'elevada variabilitat de la zona, conseqüència de la gran quantitat d'hàbitats presents a la Vall d'Àger i la seua distribució en el paisatge.

Els índexs de Shannon més elevats indiquen una major presència de taxa i per tant que tenen una major diversitat en relació al conjunt de la unitat de maneig i permeten establir comparacions entre aquestes. Camins, ametllers i espones són els hàbitats agrícoles amb una major diversitat de Shannon en contraposició a aquells hàbitats sotmesos a pertorbacions amb la finalitat d'enaltir la producció agrícola. Aquests hàbitats tenen la capacitat d'incloure espècies no arvenses i al mateix temps ser un reservori puntual per les espècies arvenses que es veuen afectades pel maneig (Kleijn & Snoeijs 1997, Kleijn & van der Voort 1997 i Marshall et al. 2003).

L'estudi indica que la forma com es distribueix la riquesa d'espècies i diversitat en el paisatge en funció dels nivells jeràrquics establerts depèn de l'índex escollit. La composició del paisatge és el factor clau per explicar la riquesa d'espècies, però té un efecte escàs en l'índex de Shannon. No obstant això, tal i com han observat Gabriel et al. (2005) i Roscherwithz et al. (2005) la complexitat del paisatge així com la seua heterogeneïtat i variabilitat d'hàbitats tenen un paper molt important en la incorporació de noves espècies. L'índex de riquesa és

sensible a la incorporació de noves espècies a mesura que s'augmenta l'escala d'observació dins del nivell jeràrquic mentre que l'índex de Shannon basat en la freqüència d'aparició de les espècies presenta els majors valors en els nivells inferiors ja que en ells, aquestes freqüències puntuals de les espècies són més grans que no pas en els nivells superiors. En incrementar la superfície de comparació al pujar en l'escala jeràrquica del mosaic les freqüències de les espècies disminueixen i això influeix en els valors d'aquest índex.

Agraïments

A la Universitat de Lleida per la beca de doctorat atorgada en el marc de la convocatòria de projectes competitiu de recerca de l'any 2009, i al Ministerio de Educación y Ciencia pel finançament del Projecte del Plan Nacional I+D+I AGL2007-60282/AGR.

Bibliografia

- ALTIERI, M. A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 74: 19-31.
- BOLÓS, O. DE, VIGO, J., MASALLES, R. M. & NINOT, J. M. 2005. *Flora manual dels Països Catalans*. Pòrtic, Barcelona.
- CONESA, J. A. 1997. *Tipologia de la vegetació: anàlisi i caracterització*. Universitat de Lleida.
- DUELLI, P. 1997. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: A approach at two different scales. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 62: 81-91.
- GABRIEL, D., THIES, C. & TSCHARNTKE, T. 2005. Local diversity of arable weeds increases with landscape complexity. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 7: 85-93.
- HERRANZ, J. & SUÁREZ F. (eds.). 1999. *La ganga ibèrica (Pterocles alchata) y la ganga ortega (Pterocles orientalis) en España. Distribución, abundancia, biología y conservación*. Ministerio de Medio Ambiente, Colección Técnica, Madrid.
- KLEJN, D. & SNOEIJING, G. I. J. 1997. Field boundary vegetation and the effects of drift of agrochemicals: botanical change caused by low levels of herbicide and fertilizer. *Journal of Applied Ecology* 34: 1413-1425.
- KLEJN, D. & VAN DER VOORT, L. A. C. 1997. Conservation headlands for rare arable weeds: the effects of fertilizer application and light penetration on plant growth. *Biological Conservation* 81: 57-67.
- LANDE, R. 1996. Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *Oikos* 76: 5-13.
- MARSHALL, E. J. P., BROWN, V. K., BOATMAN, N. D., LUTMAN, P. J. W., SQUIRE, G. R. & WARD, L. K. 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Research* 43: 77-89.
- MARTÍNEZ, C. & DE JUANA, E. 1996. Breeding bird communities of cereal crops in Spain: habitat requirements. In: FERNÁNDEZ, J. & SANZ-ZUASTI, J., *Conservación de las aves esteparias y su hábitat*: 99-106. Junta de Castilla y León, Valladolid.
- ROSCHWITZ, I., GABRIEL, D., TSCHARNTKE, T. & THIES, C. 2005. The effects of landscape complexity on arable weed species diversity in organic and conventional farming. *Journal of Applied Ecology* 42: 873-882.
- WAGNER, H. H., WILDI, O. & EWALD, K. C. 2000. Additive partitioning of plant species diversity in an agricultural mosaic landscape. *Landscape Ecology* 15: 219-227.

El programa de seguiment i conservació de flora vascular del Ripollès (NE de Catalunya)

Beatriu Tenas¹ & Xavier Oliver²

.....

ABSTRACT

The monitoring and conservation program of the vascular flora of Ripollès (NE Catalonia)

Here we describe the strategy of this program, whose aim is to improve the conservation of the flora in this region. On the basis of a diagnosis and a prioritization of species into five groups, a research and conservation program has been devised, which involves the participation of numerous people and entities. The first phase consisted of work with 41 taxa from the first three groups, which will be followed by work on the taxa from the remaining two categories and non-vascular plants. Results from the first phase of the project from its first eight years are described.

Key words: threatened taxa, prioritization, conservation, research, mapping, monitoring, land stewardship network

RESUM

Es descriu el plantejament del Programa de seguiment i conservació de flora vascular del Ripollès que pretén aconseguir la conservació de la flora de la comarca. En base a una diagnosi i una prioritització dels tàxons en cinc grups, s'exposa el desenvolupament d'un programa d'actuacions de recerca i de conservació, amb la participació de nombroses entitats i persones. En una primera fase s'ha treballat amb poblacions de 41 tàxons de les tres primeres categories, i en fases posteriors es completarà amb tàxons de les dues últimes categories, i també amb tàxons de flora no vascular. Seguidament, s'esmenten alguns dels primers resultats aconseguits en els primers vuit anys de funcionament del programa.

Mots clau: tàxons amenaçats, prioritització, actuacions de recerca i conservació, cartografia, seguiment, acords de custòdia

1. Consorci per a la Protecció i la Gestió dels d'Espais d'Interès Natural del Ripollès. C/Joan Miró 2-4, E-17500 Ripoll

2. Delegació de La Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural. C/Fontanella, 3, E-17800 Olot. xevioliver@gmail.com

Introducció

El Programa de seguiment i conservació de flora vascular del Ripollès pretén aconseguir la conservació i la millora de les poblacions d'espècies de flora més amenaçades presents a la comarca.

Amb aquest objectiu desenvolupa en una primera fase, actuacions sobre 41 tàxons prioritzats en diferents nivells. Les actuacions es prioritzen en funció de la importància dels tàxons seleccionats, però també del grau de risc de cada població i de les possibilitats i oportunitats d'intervenció.

Aquest programa, iniciat l'any 2003 per la Institució Catalana d'Història Natural, ha rebut un impuls important l'any 2010 amb la implicació del Consorci per a la Protecció i Gestió dels Espais d'Interès Natural del Ripollès.

En aquest article es descriu la prioritització dels tàxons i el plantejament i desenvolupament del programa, així com alguns resultats obtinguts.

Plantejament general del programa

El programa es va iniciar l'any 2003 amb la localització, cartografia i inici de seguiment d'indicadors poblacionals d'una localitat de *Juncus balticus* ssp. *pyrenaicus*. En 7 anys la llista s'havia incrementat a 35 poblacions d'un total de 24 tàxons, i ja s'havia començat a desenvolupar alguna actuació de millora de poblacions.

A partir de l'any 2010, el Programa de seguiment i conservació de flora vascular del Ripollès fa una diagnosi de la flora amenaçada de la comarca i estableix una prioritització dels tàxons i localitats de màxim interès en cinc grups, atenent criteris de legislació (Generalitat de Catalunya 1992, 2008), freqüència dels tàxons a Catalunya (Vigo 1983, Bolòs & Vigo 1984-2001), endemicitat (Font 2010), i amenaça (Sáez *et al.* 1998, Sáez & Soriano 2000).

D'aquesta manera es prioritzen els grups de tàxons sobre els quals cal centrar els esforços per aconseguir per una banda informació del seu estatus i evolució a la comarca, i per altra garantir la seva conservació.

El grup 1 inclou 21 tàxons protegits (en l'àmbit nacional com a mínim) o considerats amenaçats segons criteris UICN, 2001 (Sáez *et al.* 1998, Sáez & Soriano 2000): *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt, *Gentiana pneumonanthe* L., *Dryopteris remota* A. Br. ex Döll, *Corallorhiza trifida* Châtel, *Cypripedium calceolus* L., *Dryopteris mindshelkensis* N. Pavl., *Woodsia alpina* (Bolton) Gray, *Delphinium montanum* DC. in Lam. & DC., *Scorzonera humilis* L., *Silvaum silaus* (L.) Schinz et Thell., *Arenaria marschlinsii* Koch, *Juncus balticus* Willd. ssp. *pyrenaicus* (Timb.-Lagr. et Jeanb.) P. Fourn., *Asplenium seelosi* Leybold ssp. *catalaunicum* (O. Bolòs et Vigo) P. Monts., *Allium pyrenaicum* Costa et Vayr. in Costa, *Orobanche purpurea* Jacq., *Orobanche reticulata* Wallr., *Papaver aurantiacum* Loisel (*P. alpinum* L. ssp.

rhaeticum (Leresche) Nyman), *Alchemilla tenerrima* S.E. Fröher [= *A. subsericea* auct.], *Gymnadenia odoratissima* (L.) Rich., *Lithodora oleifolia* (Lapeyr.) Griseb. i *Spiranthes aestivalis* (Poir.) L.C.M. Richard.

En el grup 2 hi ha 5 tàxons catalogats en llistes vermelles segons criteris de la UICN (2001) com a Quasi amenaçat o Dades insuficients, o bé tenen poques localitats a Catalunya, o la majoria de la seva àrea de distribució és a la comarca: *Aegopodium podagraria* L., *Potentilla aurea* L. ssp. *aurea*, *Potentilla fruticosa* L., *Cirsium erisithales* (Jacq.) Scop. i *Gagea lutea* (L.) Ker-Gawler.

El grup 3 reuneix 7 tàxons que només són protegits en un espai d'interès natural de la comarca, o que pateixen recollida que caldria regular per evitar que les poblacions es malmetin. Alguns d'aquests tàxons no es poden considerar amenaçats, però l'existència d'una normativa obliga a garantir la seva conservació. Dins d'aquest grup hi són *Phyteuma globulariifolium* Sternb. et Hoppe ssp. *pedemontanum* (R. Schulz) Becherer, *Xatardia scabra* (Lap.) Meissn., *Senecio leucophyllus* DC., *Ophrys bertolonii* Moretii ssp. *benacensis* (Reisigl) Delforge, *Arnica montana* L., *Ilex aquifolium* L. i *Gentiana lutea* L. ssp. *lutea*.

En el grup 4 s'inclouen tàxons molt rars a Catalunya o endèmics però sense una majoria de la seva àrea de distribució a la comarca. La llista és en procés de definició, però hi entrarien per exemple *Melampyrum cristatum* L., *Opopanax chironium* (L.) Koch o *Dictamnus albus* L.

El grup 5 reuneix tàxons que globalment no són molt rars a Catalunya, però n'existeixen molt poques localitats a la comarca. La seva conservació implica contribuir a la conservació de tota l'àrea de distribució del tàxon i també de la diversitat global del Ripollès. La llista d'aquest grup també és en procés de definició, i per exemple constarien *Seseli elatum* L. ssp. *elatum* o *Astragalus purpureus* Lam.

A part, s'està treballant amb gèneres amb identificacions dubtoses o que presenten dubtes taxonòmics (per exemple el gènere *Hieracium*), o espècies que s'han citat a prop però que no es té constància de la seva presència a la comarca, com per exemple *Satureja grandiflora* (L.) Scheele. A mida que es disposi de més informació es podrien integrar en els diferents grups.

Actualment el Programa de seguiment i conservació de flora amenaçada del Ripollès se centra en tàxons dels tres primers grups i en altres que s'hi podrien incloure, però que encara no s'han trobat dins dels límits comarcals.

Més endavant el programa inclourà altres espècies de les categories 4 i 5 sobre les quals ja s'està recollint informació. També el programa s'està obrint a espècies d'altres grups, especialment els briòfits, que s'han considerat amenaçades en llistes vermelles segons criteris UICN 2001 (Sérgio *et al.* 2006) o d'especial interès en altres documents (ICHN 2010).

Una vegada definits els tàxons en els quals cal centrar els esforços, en base a la informació existent es defineixen les actuacions necessàries prenent les localitats conegudes com a unitat d'intervenció.

Per a una primera fase que finalitza l'any 2011 s'han programat 296 actuacions sobre 41 tàxons. Aquestes actuacions s'agrupen en les següents categories:

- 1) **Cerca de poblacions citades:** bibliografia, bases de dades (Font 2010), cerca d'informació personal no publicada, etc. En total s'ha planificat la cerca de 71 localitats citades en diferents fonts. La prospecció realitzada queda registrada de manera que en tot moment consti en quines zones s'ha buscat la planta, encara que el resultat hagi estat negatiu.
- 2) **Cerca d'altres localitats.** Respecte a les 41 espècies s'ha cercat possibles noves poblacions en ambients idonis i/o propers a les localitats localitzades.
- 3) **Cartografia de les poblacions** sobre ortofotomapes 1:5.000, i en alguns casos en plànols més detallats que permetin fer un seguiment més acurat.
- 4) **Caracterització mínima de les poblacions** (hàbitat, número d'individus, àrea de presència i d'ocupació, recobriment, amenaces, impactes, vitalitat, estructura demogràfica...).
- 5) **Seguiment dels indicadors** escollits per a cadascun dels tàxons amb una periodicitat d'entre 1 i 5 anys, depenent de la casuística del tàxon i de l'accessibilitat de la localitat. Actualment es realitza seguiment de 26 poblacions. En general els indicadors utilitzats són:
 - A) El nombre d'individus quan els exemplars es poden diferenciar bé uns d'altres. En alguns casos amb poblacions formades per molts exemplars en una àrea relativament gran (*Phyteuma globuraciiifolium* o *Orobanche reticulata*) s'han fet estimacions de la població en base a transectes o parcel·les.
 - B) L'àrea d'ocupació: es mesura l'àrea dels polígons que delimiten la població i el recobriment en cadascun d'ells. Aquest indicador és encara més important en aquells tàxons que no s'ha pogut efectuar un cens o estimació de la població, per impossibilitat en la diferenciació d'individus, com per exemple *Juncus balticus* sp. *pyrenaicus*.
 - C) Indicadors de l'estructura demogràfica o de la vitalitat de la població: aporta un nivell més d'informació de l'estat de la població (estat dels individus, grau de maduresa...). En el cas de pteridòfits s'apunta el nombre de frondes fèrtils i no fèrtils de cada exemplar, per a *Delphinium montanum* l'indicador és el número de ramificacions de cada exemplar i l'alçada. En el cas de *Maianthemum bifolium* se segueix el número de espigues i fruits generats, i el recobriment.
- 6) **Promoure estudis més específics** (taxonòmics, reproductius...) a càrrec de centres de recerca amb més capacitat investigadora. En aquesta primera fase

es consideren necessaris tres estudis: millor coneixement de les espècies de *Hieracium* presents a la comarca, seguiment de la compatibilitat de la pastura amb la conservació de *Silvaum silaus* (iniciat el 2010), i aclariment taxonòmic sobre *Papaver aurantiacum* (recentment realitzat, per Barnola *et al.* 2010).

- 7) **Formació de tècnics i agents rurals** per capacitar-los en tasques de gestió, conservació i vigilància. Fins el moment s'han visitat 27 poblacions corresponents a 22 tàxons.
- 8) **Vigilància de les localitats** establint visites periòdiques per comprovar l'estat de la població i per detectar possibles amenaces. Fins al moment es realitzen visites periòdiques de vigilància sobre 30 poblacions, entre les quals les considerades més vulnerables.
- 9) **Reunions de conservació:** trobades amb propietaris, masovers o altres persones que poden incidir en les poblacions, per acordar actuacions de conservació. Una gran part de les amenaces i impactes que poden afectar tàxons amenaçats estan relacionats amb la gestió agrícola i ramadera de les finques, i per tant l'acord amb propietaris i masovers és fonamental (Oliver 2008). Actualment ja s'han realitzat 5 reunions en aquest sentit que han comportat 2 acords de custòdia amb actuacions de conservació sobre 4 poblacions de *Dryopteris remota* i *Silvaum silaus*.

Resultats

A finals de l'any 2010 ja s'han desenvolupat 183 de les 296 actuacions del programa. Les actuacions amb un percentatge més baix de desenvolupament són les de millora de població i/o hàbitat (taula 1), fet lògic ja que abans de realitzar-les cal disposar de la informació necessària, que en molts casos encara no es té.

TAULA 1. Balanç d'actuacions de la primera fase del programa (2003-2011), a 2010.

Tipus d'actuació	Planificades (fins a 2011)	Executades (fins a 2010)	Percentatge d'execució (%)
Cerca de localitats citades	71	40	56,34
Cerca d'altres localitats	41	35	85,37
Cartografia localitats	45	35	77,78
Caracterització localitats	45	31	68,89
Seguiment localitats	26	14	53,85
Promoció d'estudis	3	6	200
Formació agents i tècnics	41	27	65,85
Vigilància de localitats	10	30	300
Reunions de conservació	14	5	35,71
TOTAL	296	233	78,72

En aquest període s'han trobat 33 poblacions anteriorment citades, i 13 de noves. De quasi totes les poblacions localitzades s'ha fet la cartografia i s'ha caracteritzat mínimament la població, amb l'objectiu de disposar d'una referència de la població a l'inici del seguiment.

Els primers anys de seguiment comencen a donar informació de la diferent casuística de les poblacions estudiades. Per exemple, cal destacar *Cirsium erisithales*, tàxon amb unes quantes poblacions al Sistema Transversal català i algunes serres properes, però que presenta molt pocs individus reproductors (1-6) per localitat (Oliver *et al.* 2009). Concretament les dues poblacions del Ripollès presenten només un individu, són força llunyanes entre elles i es tracta d'una espècie d'un hàbitat molt puntual i aïllat com són jonqueres i herbassars de *Molinia coerulea* (*Molinion coeruleae*) penjats en parets molt inclinades i ombrívols.

En els seguiments d'exemplars reproductors de les poblacions d'*Allium pyrenaicum* es detecta una forta incidència de les severes seques primaveral i estival, però sembla que, almenys a curt termini, totes dues no es veuen afectades i recuperen com a mínim el nombre de reproductors (fig. 1).

Els seguiments obtinguts encara són curts per poder extreure informació fiable, i només en alguns casos on l'evolució és molt marcada ja s'intueix una degeneració o una recuperació important de la població d'una localitat.

Un exemple és el cas de *Maianthemum bifolium*, amb una sola localitat a la comarca, una de les dues de la península Ibèrica (Carrillo *et al.* 2008) que va ser detectada l'any 1986 (González & Gil 1987). El seguiment anual realitzat (2005-2010) ha detectat una reducció dràstica del 78% en la producció de fruits i del 69% en el recobriment de fulles, fets que indiquen una progressiva i greu degeneració de la població en aquesta única localitat a Catalunya.

Dryopteris remota ha estat citada de dues localitats de la comarca (Vigo 1996; Sáez 1997), però només s'ha pogut retrobar una, de la qual es fa seguiment

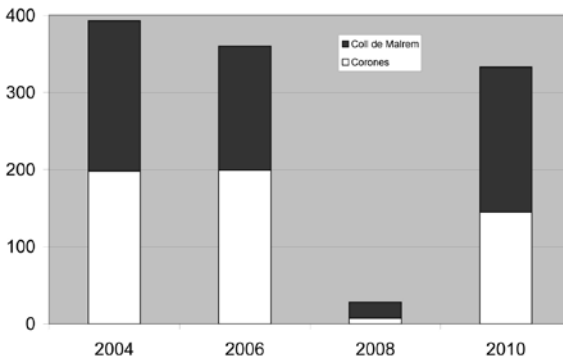


FIGURA 1. Exemplars reproductors de les dues poblacions d'*Allium pyrenaicum* seguides al Ripollès (2004-2010). Destaquen els baixos valors de l'any 2008, en relació amb una marcada sequera primaveral i estival.

anual des de l'any 2005. Aquesta població presenta una certa estabilitat però el número tan petit d'exemplars fèrtils, entre 30 i 40 segons l'any, i una petita àrea d'ocupació la fa molt vulnerable. D'acord amb propietaris i masovers s'han iniciat algunes accions de protecció dels exemplars, però caldria ampliar i millorar l'hàbitat perifèric per facilitar un creixement de la població.

La primera població de *Silvaum silaus* a la comarca va ser trobada per J. Vigo l'any 1996. L'any 2005 es va fer la localització, cartografia i caracterització de la població (J. Font i X. Oliver), i posteriorment el seguiment (2005, 2010). També s'han prospectat hàbitats similars per trobar altres poblacions, i l'any 2009 se'n van localitzar dues de noves (J. Font, N. Membrives i X. Oliver) properes a la primera, que han estat censades i cartografiades. L'any 2010 és prevista una actuació per incrementar la superfície d'hàbitat i mantenir una activitat ramadera compatible amb la conservació i l'increment de la població del tàxon, que pot estar afectat tant per la pastura intensa com per l'embarbissament i forestació de l'hàbitat (Oliver 2008).

Orobanche reticulata només té dues citacions al Ripollès (Vigo 1983; Pujadas 2001). Una de les poblacions, força important i que creix sobre *Cirsium eriophorum*, ha estat retrobada, cartografiada i caracteritzada (2010). El manteniment de l'hàbitat amb aquests cardassars per una intensa presència de vaques a la zona contrasta amb la fragilitat de l'hàbitat de *Scorzonera humilis* a pocs metres que necessitaria una menor presència de bestiar.

Tost aquests casos fan pensar en la importància que té la localització i seguiment de les poblacions amenaçades de flora, i de disposar d'una adequada capacitat de gestió per reconduir situacions problemàtiques i compatibilitzar la conservació dels tàxons a la comarca amb els interessos de les activitats que es desenvolupen.

Agraïments

En el programa col·laboren tant entitats (Ajuntament de Camprodon, Consorci per a la Protecció i la Gestió dels d'Espais d'Interès Natural del Ripollès, Cos d'Agents Rurals del Ripollès, Diputació de Girona, Fundació Germans Vila Riera, Institució Catalana d'Història Natural, Jardí Botànic de Blanes, Serveis Territorials de Medi Natural -Generalitat de Catalunya-, Obra Social de la Caixa, Universitat de Barcelona -Facultats de Farmàcia i Biologia-, Universitat Autònoma de Barcelona i Universitat de Girona), com persones (Pere Aymenrich, Pere Barnola, Jordi Carreras, Cèsar Blanché, Joan Clé, Josep Maria Coch, Albert Colom, Josep Maria Dacosta, Santi Ferriol, Joan Font, Teresa Garnatje, Maria Cristina Gifre, Ferran Gonzàlez, Roser Guàrdia, Pere Ignasi Isern, Ferran J. Lloret, Núria Membrives, Rosa Merlo, Josep Maria de Ribot, Llorenç Sáez, Josep Sala, Joan Simon, Joan Vallès i Josep Vigo).

Bibliografia

- BARNOLA, P., GARNATJE, T., TENAS, B., VALLES, J. & VIGO, J. 2009. A propòsit de *Papaver alpinum* l. subsp. *rhaeticum* (Leresche) Markgr. als Pirineus catalans. *Acta Bot. Barcin.* 52: 89-106.
- BOLÓS, O. & VIGO, J. 1984-2001. Flora dels Països Catalans, I-IV. Editorial Barcino, Barcelona.
- FONT, X. 2010. *Banc de dades de biodiversitat*. Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya i Universitat de Barcelona. <http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html>
- GONZÁLEZ, F. & GIL, J. 1987. *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt als Pirineus. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.* 54: 89.
- Generalitat de Catalunya 1992. Aprovació del Pla d'Espais Natural. Decret 328/1992, de 14 de desembre. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya* 1714 (1/3/1993).
- Generalitat de Catalunya 2008. Catàleg de flora amenaçada de Catalunya. Decret 172/2008, de 26 d'agost. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya* 5204 (28/08/2008).
- Institució Catalana d'Història Natural 2010. *Fongs, líquens i briòfits que requereixen mesures de conservació a Catalunya* [en línia]. Barcelona: Institució Catalana d'Història Natural. <http://ichn.iec.cat/pdf/FLBprot.pdf>
- OLIVER, X. 2008. Diagnosi del grau d'amenaça de les plantes vasculares de la Garrotxa (Girona). *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.* 74: 133-144.
- OLIVER, X., BÉJAR, X., LOCKWOOD, M., DRAKE, I., COS, I., MARKCHOO, CH., BERGA, S. & TRABALON, F. 2009. Aportacions al coneixement de la flora vascular de la Garrotxa i comarques veïnes. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.* 75: 146-152.
- PUJADAS SALVÀ, A. J. 2001. Aportació al coneixement del gènere *Orobanche* L. als Països Catalans. *Orsis* 16: 71-88.
- SÁEZ, L. 1997. Atlas pteriderològic de Catalunya i Andorra. *Acta Bot. Barcin.* 44: 39-167.
- SÁEZ, L., ROSSELLÓ, J. A. & VIGO, J. 1998. Catàleg de plantes vasculares endèmiques, rares o amenaçades de Catalunya. I. Tàxons endèmics. *Acta Bot. Barcin.* 45: 309-321.
- SÁEZ, L. & SORIANO, I. 2000. Catàleg de plantes vasculares endèmiques, rares o amenaçades de Catalunya. II. Tàxons no endèmics en situació de risc. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.* 68: 35-50.
- SÉRGIO, C., BRUGUÉS, M., CROS, R. M. & CASAS, C. 2006. The 2006 Red List and an updated checklist of bryophytes of the Iberian Peninsula (Portugal, Spain and Andorra). *Lindbergia* 31: 109-125.
- UICN 2001. *Categorías y criterios de la lista roja de la UICN*. Versió 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suïssa i Cambridge,
- VIGO, J. 1983. El poblament vegetal de la vall de Ribes. I. Generalitats i catàleg florístic. *Acta Botanica Barcinonensis* 35: 1-793.
- VIGO, J. 1996. *El poblament vegetal de la Vall de Ribes. Les comunitats vegetals i el paisatge*. Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Efectes de la freqüentació a la Tartera del Pedraforca (Prepireneus catalans)

Queralt Tor¹ & Ignasi Soriano^{1*}

.....

ABSTRACT

Effects of hiker frequentation in Tartera del Pedraforca (Eastern Pyrenees)

This paper deals with the frequentation and its effects in the Pyrenean massif of Pedraforca (2.507 m a. s. l.), a very popular destination of hikers and climbers. The study site is located at 1,780-2,360 m, and includes fragile habitats such as scree and *Festuca gautieri* pasture; it is crossed by the main descent trails of the peak.

In 2005-2009, hikers averaged out at about 16,500 per year, most of them in summer. The majority used a single route, which follows often paths, but also goes across scree and pastures. As a result 14.3% of the area suffers from intense or very intense disturbance –stone movement, erosion and plant tread.

We collected data on plant coverage, substrate and impacts by means of transects. As expected, we found differences (partly significant) in plant coverage among the more frequented areas and the rest. As for the substrata, those of small size showed higher plant coverage, but they also evidenced major impacts.

Nowadays, it seems urgent to condition a path for channelling hiker traffic as well as to improve the information given to the visitors, and to monitor the quality of habitats.

Key words: scree and high mountain pastures, hiking impacts

RESUM

En aquest treball analitzem la freqüentació i els efectes que se'n deriven a la Tartera del massís del Pedraforca (2.507 m s. m.), una destinació molt popular entre excursionistes i escaladors. L'àrea estudiada, per on transcorre la principal ruta de baixada del cim, es troba situada entre 1.780 i 2.360 m, i és coberta d'hàbitats fràgils com tarteres i prats de *Festuca gautieri*.

En el període 2005-2009, la mitjana anual de visitants fou d'uns 16.500, concentrats principalment als mesos d'estiu. La majoria utilitza una mateixa ruta, que en general segueix camins, però també travessa tarteres i pastures. En conseqüència, el 14,3% de l'àrea pateix impactes intensos o molt intensos, com ara moviments de pedres, erosió i trepig de plantes.

Varem prendre dades sobre recobriment vegetal, tipus de substrat i intensitat dels impactes mitjançant transectes lineals. Com era d'esperar, vam trobar diferències (en part significatives)

1. Departament de Biologia vegetal, Universitat de Barcelona. Av. Diagonal 645. E-08028 Barcelona
*isoriano@ub.edu

entre el recobriment vegetal de les àrees més freqüentades i la resta. Quant als substrats, els recobriments més alts vam observar-los en els de mides petites, que tanmateix són els que presenten impactes més importants.

Ara com ara sembla urgent condicionar un camí per canalitzar el trànsit d'excursionistes, així com millorar la informació donada als visitants, i monitoritzar la qualitat dels hàbitats.

Mots clau: tarteres, pastures d'alta muntanya, impactes de la freqüentació

Introducció

El Pedraforca (Prepirineus catalans, 2.507 m s. m.) es troba a la comarca del Berguedà, dins el Parc Natural del Cadí-Moixeró, uns 100 km al nord de la ciutat de Barcelona. Aquest massís calcari de perfil inconfusible (fig. 1) és molt popular entre excursionistes i escaladors, el trànsit dels quals causa impactes importants sobre alguns hàbitats fràgils d'alta muntanya. Els problemes són especialment preocupants a la Tartera del Pedraforca o de Saldes, situada al vessant est del massís, per damunt del poble de Saldes. Per aquest indret, encaixat entre les parets dels dos pollegons rocallosos, hi transcorren les vies principals de baixada, tant del cim principal com de diverses vies d'escalada. La Tartera, de poc menys de 20 ha d'extensió, es troba situada entre 1.780 i 2.360 m d'altitud, i malgrat el topònim, és ocupada per un mosaic de tarteram i prats subalpins de *Festuca gautieri*, a més d'alguns claps de pineda de *Pinus uncinata* (Lluent & Carreras 2007).

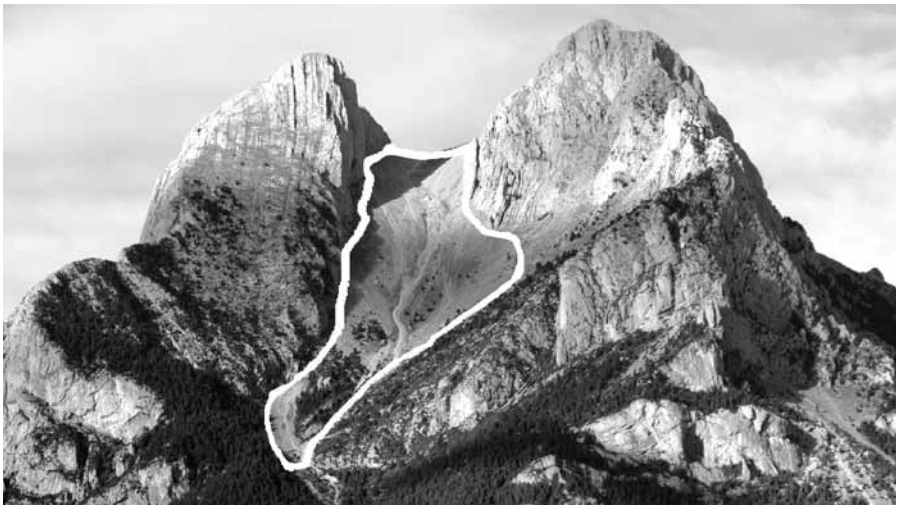


FIGURA 1. Vessant oriental del Pedraforca i delimitació de la Tartera de Saldes.

En aquest treball plantegem una aproximació als impactes esmentats, així com a les seves causes. Hem volgut quantificar i localitzar el trànsit de persones, i valorar la intensitat i l'extensió dels impactes tant sobre el conjunt de la Tartera com, en una escala més detallada, sobre el substrat i la vegetació. El gruix de les dades vam obtenir-lo en prospeccions de camp fetes l'estiu del 2009, mentre que la resta ens les va proporcionar el Parc Natural del Cadí-Moixeró.

Metodologia

FREQÜENTACIÓ

Les dades sobre trànsit de visitants provenen dels comptadors de pas instal·lats als camins del massís des del 2005, un dels quals al peu de la mateixa Tartera. Els aparells, del model ECO-TWIN, funcionen per pressió-trepig; les dades s'emmagatzemen en data-loggers i es descarreguen periòdicament.

D'altra banda, per conèixer els principals itineraris seguits pels visitants vam dur a terme observacions de diverses hores de duració en dues dates amb molta aflluència (15 d'agost i 12 d'octubre de 2009). Així vam poder estudiar i cartografiar les rutes de prop de 300 persones.

CARTOGRAFIA

A més del mapa d'itineraris, vàrem aixecar un mapa d'afectació de les diferents àrees de la Tartera a 1:6.000, distingint-hi quatre categories (nül·la o gairebé; moderada; alta; i molt alta). I encara, vam reelaborar a l'escala esmentada el mapa d'hàbitats de la Tartera, a partir del mapa a 1:10.000 de Lluent & Carreras (l. c.).

Les observacions de camp vàrem representar-les sobre la base d'un ortofotomapa (ICC 2009) a escala 1:3.000. Per la digitalització i l'elaboració subseqüent dels mapes vàrem utilitzar el programa ArcGis.

TRANSSECTES

També varem prendre dades sobre característiques del substrat, recobriment vegetal i grau d'afectació mitjançant 25 transsectes lineals perpendiculars al pendent d'entre 15 i 50 metres de longitud, procurant que les mostres cobrissin diferents combinacions de factors ambientals com l'altitud, la freqüentació i els tipus d'hàbitats. D'aquest darrers no vam mostrear les pinedes, atesa la poca extensió i la poca afectació que mostraven aparentment.

Pel que fa al grau d'afectació vàrem utilitzar les mateixes quatre categories que al mapa; i pel tipus de substrat, sis categories que feien referència a les mides de les partícules predominants, en sentit creixent (d'1, terra fina, fins a 6, blocs mètrics). També tinguérem en compte les plantes presents, identificades

amb l'ajuda de les flores de Bolòs *et al.* (2005) i de Vigo *et al.* (2003). Per cada variable, consideràvem el transecte dividit en segments amb un mateix atribut, dels quals anotàvem les distàncies entre els extrems i l'inici del transecte.

TRACTAMENT DE DADES I ANÀLISIS ESTADÍSTIQUES

Les dades numèriques les vam introduir i tractar amb l'ajut de fulls EXCEL, programa amb el que hem elaborat també els gràfics.

En el cas dels transectes, varem agrupar els de les tarteres (20 transectes; 598,5 m) per un costat i els dels prats (5; 160 m) per un altre, i vam analitzar les tres variables esmentades (substrat, recobriment vegetal i grau d'afectació) combinant-les per parelles. Per tal d'esbrinar quines relacions eren estadísticament significatives, amb les dades de les combinacions afectació-recobriment vegetal i substrat-recobriment, varem elaborar taules ANOVA i també varem aplicar-hi el test de Tukey. El programa utilitzat per aquests càlculs fou R (R-project 2009).

Resultats

FREQÜENTACIÓ: MAGNITUD I ITINERARIS

Entre els mesos de juliol de 2005 i octubre de 2009 el comptador de pas de la base de la Tartera va enregistrar un trànsit mitjà de 16.499 persones/any concentrades sobretot a l'estiu, amb una tendència a l'augment any rere any que en part es podria atribuir a la millora de la precisió dels aparells.

Quant als itineraris seguits pels visitants, ens remetem al mapa de la figura 2. Fem notar com la majoria (prop d'un 75%) segueix a grans trets una mateixa ruta, que transcorre en part per camins però també travessa àrees de tartera i de prat, algunes en molt mal estat. La resta utilitza preferentment dos itineraris secundaris que recorren les zones laterals.

TAULA 1. Principals impactes observables en els diferents ambients i zones de la Tartera. El nombre d'asteriscs n'indica la magnitud

Impactes principals	Tarteres		Prats d'ussona	Camins	
	parts altes	parts baixes			
Substrat	Moviment de pedres	**	**	*	***
	Exportació de pedres	**		*	
	Erosió del sòl	**		**	***
	Acumulació de pedres		**		***
Plantes	Trepig	*	*	**	***
	Arrencament	(*)	(*)	**	***
	Colgament	(*)	*		*

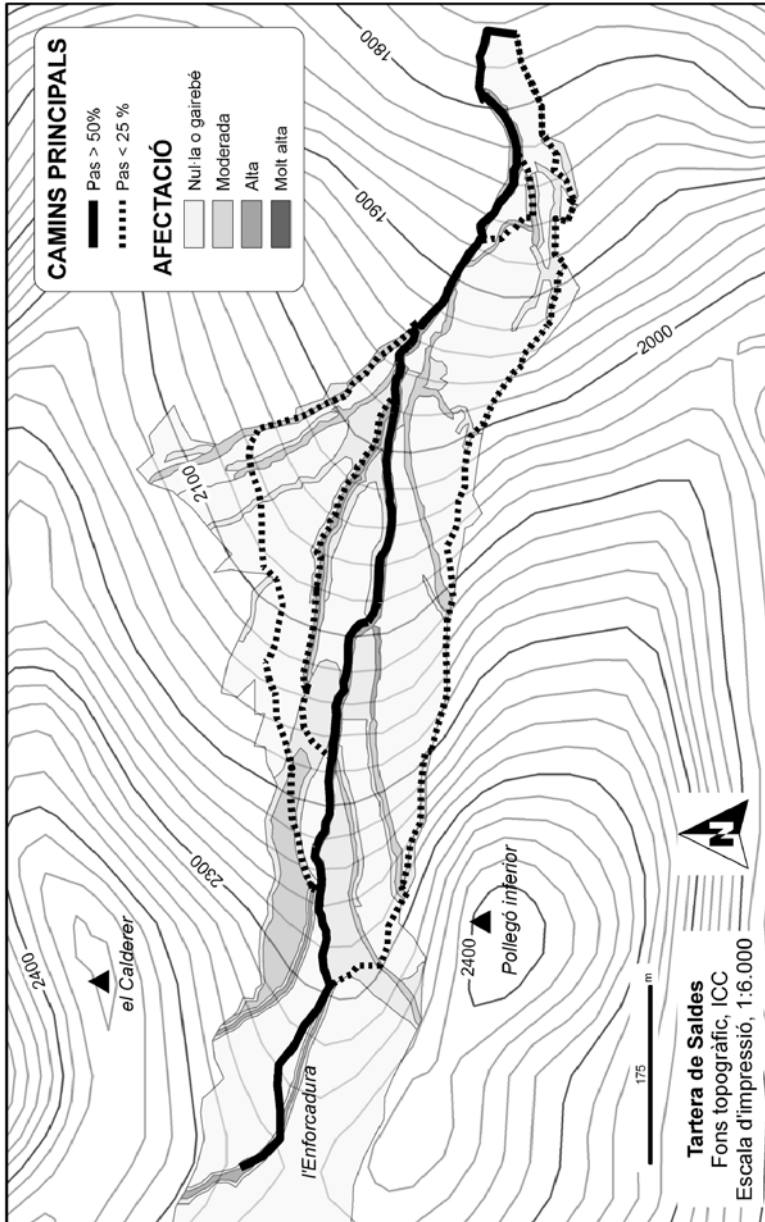


FIGURA 2. Mapa d'afectació de la Tartera i principals itineraris seguits pels excursionistes.

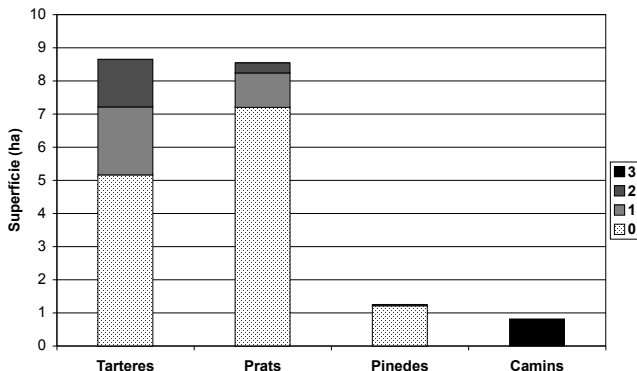


FIGURA 3. Àrees i graus d'afectació dels quatre hàbitats considerats en el conjunt de la Tartera.

TIPUS D'IMPACTES I LOCALITZACIÓ

A la taula 1 hem sintetitzat els principals impactes observables a la Tartera, distingint entre prats, tarteres i camins. D'altra banda, al mateix mapa de la figura 2 hi hem representat els nivells d'intensitat dels impactes causats pel trànsit de visitants a les diverses àrees de la Tartera, segons les quatre categories indicades més amunt. Tot seguit les caracteritzem breument i donem dades de la superfície (en projecció plana) que afecten, així com els percentatges respectius de l'àrea de la Tartera:

- Afectació nul·la o gairebé (grau 0). Prats, tarteres i pinedes de les àrees properes als pollegons. 13,6 ha; 70,5%.
- Afectació moderada (grau 1): impactes observables però dispersos. Diverses zones escampades per tota la Tartera, sobretot a les parts altes i prop dels camins principals. 3,1 ha; 16,1%.
- Afectació alta (grau 2): impactes observables i abundants. Entorn dels camins principals i zona alta propera al Pollegó superior, on els camins es desdibuixen. 1,8 ha; 9,2% .
- Afectació molt alta (grau 3): impactes molt abundants, evidents fins i tot a distància. Camins principals de la part central. 0,8 ha; 4,2%.

El gràfic de la figura 3, finalment, resumeix les superfícies i graus d'afectació pels quatre ambients considerats (tarteres, prats, boscos i camins). Aquestes dades són el resultat de combinar el mapa d'hàbitats, que no presentem per raons d'espai, amb el d'afectació.

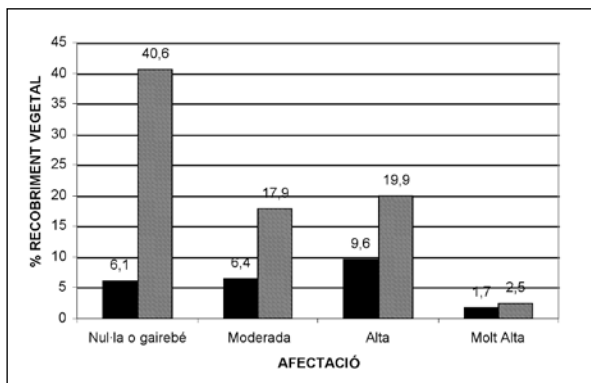


FIGURA 4. Recobriment vegetal observat als transectes en tarteres (negres) i prats (trama) segons grau d'afectació.

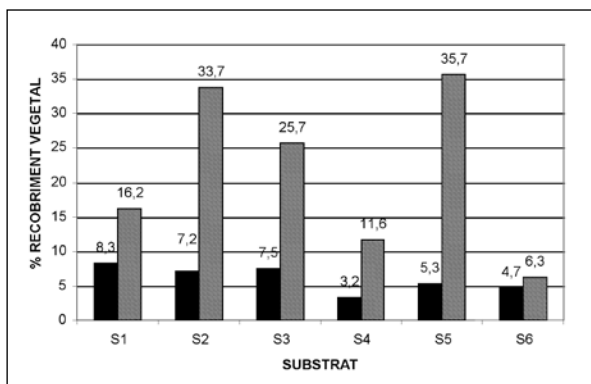


FIGURA 5. Tants per cent de recobriment vegetal en tarteres (negre) i prats (trama) per les sis classes de substrat considerades als transectes.

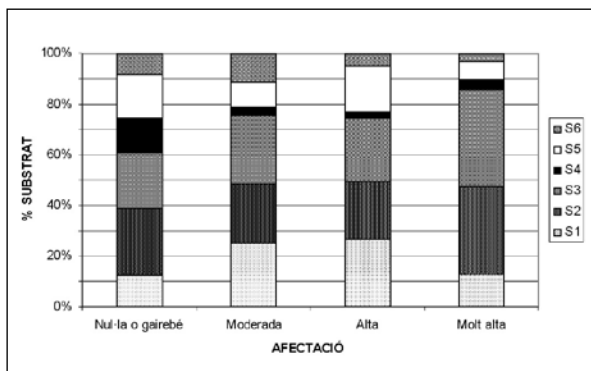


FIGURA 6. Tants per cent de les sis classes de substrat pels quatre graus d'afectació considerats als transectes.

RELACIONS ENTRE AFECTACIÓ, VEGETACIÓ I SUBSTRAT

Les figures 4, 5 i 6 sintetitzen les dades dels transectes que considerem més rellevants, referents a les relacions entre recobriment vegetal i grau d'afectació (fig. 4), recobriment vegetal i substrat (fig. 5), i substrat i grau d'afectació (fig. 6).

S'hi fa evident (fig. 4) com l'alta freqüentació afecta negativament el recobriment vegetal tant a les tarteres com als prats. Les anàlisis Anova i els tests de Tukey van revelar diferències estadísticament significatives (95%) entre categories en el cas de les tarteres, mentre que per als prats només ho són de manera marginal (test de Tukey).

De la figura 5 se'n desprèn que en general els recobriments més alts es donen sobre els substrats de mida petita (terra, graves, pedres centimètriques), encara que en aquest cas les diferències només són estadísticament significatives en el cas de les tarteres (Anova, nivell de significació 95%). Fem notar que aquests mateixos tipus de substrat són alhora els que mostren graus més alts d'afectació (fig. 6), cosa que no és d'estranyar, ja que els camins principals es troben principalment sobre substrats de mida petita, i per descensos fora de camí també se sol preferir aquesta mena de terrenys, aparentment més segurs.

Discussió

Tot i que a la Tartera del Pedraforca sempre hi ha hagut freqüentació humana (i de fauna salvatge), només als darrers decennis la puixança dels esports de muntanya sembla haver generat impactes importants sobre el substrat i la vegetació. Les sèries enregistrades des del 2005 pels comptadors de pas refermen les impressions prèvies d'un increment progressiu de visitants, tendència que no sembla que hagi de canviar en un futur immediat.

Malgrat el gran nombre d'itineraris possibles, la majoria de gent utilitza el mateix. Una part d'aquest itinerari transcorre per camins ben marcats que permeten un descens còmode, mentre que una altra travessa àrees de tartera i de prat on cadascú passa per on pot: podem parlar doncs d'una freqüentació difusa, que multiplica l'àrea afectada. En aquests trams, localitzats sobretot a la zona mitjana superior, els desplaçaments esdevenen complicats i perillosos, i de fet hi són habituals els accidents.

La freqüentació a la Tartera del Pedraforca es troba força concentrada, doncs, tant en l'espai (itinerari principal) com en el temps (mesos d'estiu, quan la Tartera no és protegida per la neu i el glaç), circumstàncies que afegides a l'ús preferent com a via de baixada, agreugen els impactes.

La naturalesa d'aquests impactes (taula 1) és diferent segons si es produeixen sobre tarteres o prats. En el primer cas, tenen a veure sobretot amb el moviment i la redistribució de les pedres, que de retruc arriben a colgar o descalçar les plantes que hi viuen. Quant als prats, a banda dels moviments de pedres (es

tracta, no ho oblidem, de prats esclarissats i pedregosos), el principal factor de degradació sembla el trepig directe de les plantes.

Les dades dels transectes mostren que, en les tarteres, els valors mitjans de recobriment de les zones no afectades intensament (graus 0, 1 i 2) són baixos (menys del 10%) però habituals en aquest tipus de comunitats (veure Carreras *et al.* 1996). Per contra, en els prats, tret de les zones amb afectació zero, els recobriments són inferiors al 20%, molt més baixos que els esperables (veure Carrillo *et al.* 2001). Per tant, el recobriment vegetal semblaria un bon indicador de qualitat per zones de prat; en canvi, per les tarteres possiblement calgui buscar-ne d'altres, relacionats sobretot amb el substrat.

També criden l'atenció els recobriments relativament alts de les zones amb grau d'afectació 2. Val a dir que fora dels camins principals la gent prefereix passar per zones estables, condició associada amb un recobriment vegetal relativament alt i alhora, podem afegir, més riques en espècies.

Quant a la relació entre substrat i recobriment vegetal, com les impressions prèvies feien pensar, tant a les tarteres com als prats els valors més alts es donen en general sobre els substrats de mida petita. Fins i tot hauríem esperat recobriments encara més alts sobre els substrats més fins (terra), més fàcils de colonitzar que els substrats pedregosos; de fet, a les tarteres ja presenten el percentatge més alt de recobriment. En aquest cas, però, sembla haver-hi una relació directa amb el grau d'afectació: a les tarteres bona part de la terra es troba en zones poc o molt erosionades on és difícil que les plantes hi pugin sobreviure o s'hi pugin establir. D'una manera semblant, als prats sovint la terra aflora en zones molt trepitjades, on el substrat s'ha compactat poc o molt, cosa que ha complicat el desenvolupament de la vegetació.

Finament, i a propòsit de les relacions entre substrats i afectacions, el clar baix de l'afectació cap els substrats de mida petita era d'esperar, atès que, com hem indicat, el desplaçament per una tartera hi és més còmode, sobretot si n'hi ha un gruix considerable.

Conclusió

Considerat en conjunt, l'estat de la Tartera no és dolent: només un 4,2% (bàsicament els camins principals) es troba molt afectat i poc més d'un 25% presenta nivells d'afectació intermedis o alts. Des del punt de vista de la conservació, el fet més preocupant segurament és l'extensió de les àrees fora de camins amb impactes intermedis o alts, causada en bona part per la freqüentació difusa, resultat al seu torn del mal estat (o la inexistència) dels camins principals.

Afegirem que perquè la pressió dels visitants no representi una amenaça per la conservació de la Tartera, caldria aplicar o potenciar mesures de gestió com ara l'adequació d'un camí principal per canalitzar el trànsit de muntanyencs;

millorar la informació als visitants; sensibilitzar envers aquesta problemàtica mitjançant cartells, tríptics i difusió en revistes especialitzades; i, finalment, dur a terme un seguiment periòdic de l'estat dels diferents hàbitats.

Agraïments

Al Grup de Geobotànica i Cartografia de la Vegetació de la Universitat de Barcelona (especialment a n'Albert Ferré) per l'assessorament en les tasques cartogràfiques. I al personal del Parc Natural del Cadí-Moixeró, pel suport i les dades facilitades.

Bibliografia

- BOLÓS, O., VIGO, J., MASALLES, R. M. & NINOT, J. M. 2005. *Flora manual dels Països Catalans*, 3a ed. revisada. Enciclopèdia Catalana, Barcelona.
- CARRERAS, J.; CARRILLO, E.; FONT, X.; NINOT, J. M.; 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. Catalana Hist. Nat.* 63: 51-83.
- CARRILLO, E.; CARRERAS, J.; FONT, X.; NINOT, J. M.; SORIANO, I. & VIGO, J. 2001. La vegetació de les serres prepirinenques compreses entre els rius Segre i Llobregat. 4 – Pastures alpines i subalpines. *Bull. Soc. linn. Provence* 51: 95-120.
- Institut Cartogràfic de Catalunya: <http://www.icc.es/web/content/ca/index.html> (novembre 2009).
- LLUENT, A. & CARRERAS, J. 2007. *Cartografia digital dels hàbitats CORINE i dels Hàbitats d'Interès Comunitari del massís del Pedraforca, escala 1:10.000*. Parc Natural del Cadí-Moixeró i Universitat de Barcelona (mapa inèdit).
- R-PROJECT: <http://www.R-project.org> (novembre 2009).
- VIGO, J.; SORIANO, I.; CARRERAS, J.; AYMERICH, P.; CARRILLO, E.; FONT, X.; MASALLES R. & NINOT J. M. 2003. *Flora del Parc Natural del Cadí-Moixeró i de les serres veïnes (Prepirineus orientals ibèrics)*. Monografies dels Museus de Ciències Naturals de Barcelona, 1. Barcelona.

Comparacions entre la flora dels Pirineus i la d'altres muntanyes peninsulars

Josep Vigo¹

.....

ABSTRACT

Comparisons between the flora of the Pyrenees and that of other Iberian mountains

On the basis of random twenty five taxonomic groups, and from a selection of five chorological elements within these groups, the author compares the vascular flora of the Pyrenees with that of Catalanidic, Iberidic, Central and Betic ranges. Among the 635 Pyrenean selected taxa, 278 occur also in at least one of the other orographic systems. The results show the different degrees of floristic coincidences and gives way to a basic characterization of each range. The main evidences are discussed with regards to quaternary glaciations and to subsequent plant distribution. Finally, eight generic facts are established as conclusions.

Key words: Chorology, non Mediterranean plants, Mediterranean orophytes, affinity degree, glaciations

RESUM

Havent seleccionat aleatòriament vint-i-un grups taxonòmics de plantes vasculars i havent considerat, dintre seu, cinc elements fitogeogràfics, l'autor compara la flora vascular dels Pirineus amb la d'altres serralades de la península Ibèrica (sistema Catalanídic, sistema Iberídic, sistema Central i serres Bètiques). Dels 635 tàxons (espècies i subespècies) pirinencs catalogats, n'hi ha 278 que es troben també, si més no en una de les altres serralades. Els resultats permeten avaluar les coincidències i les diferències entre aquests sistemes orogràfics i fer una senzilla caracterització fitogeogràfica de cadascun. El penúltim apartat (discussió) s'ocupa genèricament de les causes dels fets observats, centrant-se en el fenomen de les glaciacions quaternàries i la manera com hi responen les plantes. Al final, i a tall de conclusió, s'enuncien alguns dels fets generals que aquelles comparacions han posat en evidència.

Mots clau: corologia, espècies extramediterrànies, oròfits mediterranis, grau de coincidència, glaciacions

1. Secció de Ciències Biològiques, Institut d'Estudis Catalans. C/ Carme 47, E-08001 Barcelona
jvigo@ub.edu

Introducció

Un dels principals temes de recerca de la Fitogeografia és l'anàlisi de les àrees de distribució de les plantes, a través de la qual es poden treure conclusions interessants quant als requeriments ecològics de les diferents espècies, inferir quins factors ambientals es donen en una àrea concreta, esbrinar els processos de diferenciació de les estirps vegetals o els moviments migratoris que van efectuar en el passat, etc. Tot i que sovint els problemes que planteja són tant nombrosos com els ensenyaments que revela, si no més.

Gràcies a la fitogeografia sabem que, quan en un espai geogràfic continu hi ha regions distants entre elles però de condicions ecològiques semblants, aquestes solen mostrar coincidències més o menys importants pel que fa a la flora i la vegetació. Això és el que passa a Europa si considerem, d'una banda, les terres boreals, i de l'altra, les altes muntanyes centromeridionals del subcontinent, unes i altres separades per un extens espai intermedi de característiques diferents. I això mateix veiem en comparar les distintes serralades entre elles. Aquests sistemes muntanyosos es diferencien poc o molt (com més alts i extensos, més netament) de les terres circumdants, però ofereixen si més no alguns ambients semblants que fan lògiques les relacions florístiques que exhibeixen. Com és ben sabut, les causes o l'explicació última d'aquestes coincidències s'han atribuït en gran part a les successives ones migratòries de les plantes en direcció nord sud, forçades per les glaciacions quaternàries.

Estudi comparatiu

En aquest article em centro en l'estimació de les relacions florístiques entre les diverses cadenes orogràfiques peninsulars, i supletòriament al·ludeixo a les de l'Àfrica del Nord.

Prenc com a referència la serralada pirinenca i la comparo amb les altres muntanyes que es despleguen més cap al sud. Deixo de banda, doncs, per raons pràctiques, les muntanyes Cantàbriques que, de fet, són una mena d'extensió dels Pirineus vers ponent, tot i que l'anàlisi de les coincidències i diferències dins l'àrea càntabro-pirinenca per ella mateixa (o, si voleu, les relacions entre els Pirineus i les muntanyes Cantàbriques) podria donar també força joc.

Per tal de sistematitzar el procediment i simplificar-lo un xic, considero els cinc grups de sistemes muntanyosos següents (vegeu la figura 1): Pirineus, sistema Catalanídic (bàsicament, des del Montseny als Ports de Beseit, deixant en segon pla les muntanyes més septentrionals i el sistema transversal), sistema Iberídic (des de la serra de la Demanda a Penyagolosa i a Javalambre), sistema Central (des d'Ayllón i Somosierra a la serra da Estrela) i les serres Bètiques (entre les quals té un especial interès la Sierra Nevada). També recopilo algunes dades, no sé si prou segures, sobre les muntanyes nord-africanes, bàsicament l'Atlas.

Per tal de simplificar les coses, m'he basat en càlculs estadístics parcials, amb la convicció que se'ls pot donar una validesa pràcticament general. Concretament, he tingut en compte 21 grups sistemàtics de plantes vasculares, la majoria famílies, especificats en la taula 1.



FIGURA 1. Sistemes orogràfics presos en consideració. P, Pirineus; Ct, Sistema Catalanià; Ib, Sistema Ibèric; Cn, Sistema Central; B, Serres Bètiques

TAULA 1. Grups sistemàtics tinguts en compte

Pteridophyta	Violaceae	Gentianaceae
Gymnospermae	Guttiferae	Primulaceae
Ranunculaceae	Umbelliferae	Scrophulariaceae
Crassulaceae	Caryophyllaceae	Asteroidae
Saxifragaceae	Fagaceae	Liliaceae
Rosaceae	Pyrolaceae	Juncaceae
Onagraceae	Ericaceae	Gramineae

D'altra banda, he comptabilitzat únicament aquelles espècies i subespècies que, estant presents als Pirineus, pertanyen als elements fitogeogràfics més ben definits i que tenen caràcter clarament extramediterrani (feta excepció dels oròfits), és a dir, els tàxons eurosiberians en sentit estret (deixant de banda els submediterranis i els atlàntics no muntanyencs), els boreo-alpins, els oròfits alpins, els pirinencs i els oròfits mediterranis. I això d'acord amb la caracterització i la distribució que els atribueixen les principals obres florístiques relacionades amb la península Ibèrica, i en primer lloc la *Flora dels Països Catalans* (Bolòs & Vigo 1984-2001, Bolòs *et al.* 2005) i la *Flora iberica* (Castroviejo

1986-2009), però també diversos estudis del mateix estil, com ara la “Flore de l’Àfrica du Nord” (Maire 1952), la “Flora vascular de Andalusia oriental” (Blanca *et al.* 2009), l’“Atlas de la Flora del Pirineo Aragonés” (Villar *et al.* 1997-2001) i altres obres florístiques o articles diversos. Si em limito a l’element eurosiberià estricta és perquè els subelements relacionats (lateeurosiberià, submediterrani, atlàntic...) afecten les terres circumdants i, per tant, no són components típics de la flora muntanyenca. Els altres elements esmentats es limiten, si més no en les nostres latituds, a les serralades pròpiament dites.

Heus ací algunes xifres corresponents als tàxons implicats en aquests recomptes:

existents a tots els Pirineus	635
extramediterranis	598 (94,1%)
oròfits mediterranis	37 (5,8%)

S’ha d’entendre que els extramediterranis inclouen tots els elements a dalt esmentats llevat dels oròfits mediterranis.

Tot i que els grups taxonòmics seleccionats, ho han estat aleatòriament, de fet semblen prou representatius. Sense diferenciar elements fitogeogràfics, calculo que, a la serralada sencera, el nombre de tàxons que hi pertanyen s’acosta als 1.600. Els 635 tàxons que intervenen en els càlculs representen, doncs, més del 39% del total, proporció prou notable per a suposar que els resultats obtinguts han de ser significatius.

TAULA 2. Repartiment dels tàxons extramediterranis en els diferents grups taxonòmics

Grups taxonòmics	Tàxons	Grups taxonòmics	Tàxons
Pteridophyta	33	Caryophyllaceae	46
Gymnospermae	6	Pyrolaceae	5
Ranunculaceae	41	Ericaceae	9
Crassulaceae	14	Primulaceae	18
Saxifragaceae	33	Gentianaceae	19
Rosaceae	76	Scrophulariaceae	56
Onagraceae	15	Asteroidaeae	72
Violaceae	9	Liliaceae	27
Guttiferae	6	Juncaceae	19
Umbelliferae	36	Gramineae	55
Fagaceae	3		
		Total	598

Limitant-nos als tàxons extramediterranis, vegeu a la taula 2 com es reparteixen en els diferents grups taxonòmics. Observeu que al costat d’algun grup que inclou moltes plantes muntanyenques (com ara les saxifragàcies, amb 33

espècies) n'hi ha d'altres en què predominen les mediterrànies (les umbel·líferes, en conjunt molt més nombroses a la flora pirinenca que les saxifragàcies, compten només 36 tàxons de muntanya).

Tingueu en compte que dels 598 tàxons extramediterranis doblement seleccionats (a través dels grups taxonòmics i dels elements fitogeogràfics) en els càlculs comparatius finals només poden intervenir-hi els que existeixen a la vegada als Pirineus i, si més no, en un dels altres sistemes muntanyosos, condició que compleixen solament 278 espècies, és a dir, un 46,5%.

De passada diré que hi ha 30 espècies (un 5% del total) que no es fan al vessant ibèric dels Pirineus; entenen que territoris com la Vall d'Aran o el Capcir no pertanyen pas a aquest vessant, sinó a l'aquitànic (vegeu Saule 1991, Guinochet & Vilmorin 1973-1984) i les comarques meridionals dels Pirineus orientals, sí. Entre aquests tàxons, n'hi ha d'eurosiberians —per exemple, *Dianthus superbus* L. o *Cirsium helenioides* (L.) Hill—, de boreo-alpins —*Phyllodoce coerulea* (L.) Bab., *Potentilla multifida* L.— o d'oròfits alpins —*Calamagrostis varia* (Schrad.) Host, *Ranunculus oreophilus* Bieb.—, a banda d'alguna planta, com és ara *Callianthemum coriandrifolium* Rchb., que es troba també a la serralada Cantàbrica, però no salta al vessant meridional pirinenc.

Resultats

Fetes aquestes precisions metodològiques, vegem els resultats, en forma de diverses menes de càlculs.

Centrant-nos en els tàxons extramediterranis, vegeu a la taula 3 les proporcions en què es fan a cada conjunt muntanyós. A les muntanyes de l'Àfrica septentrional calculo que hi pot haver una mica més del 10% d'espècies no mediterrànies.

TAULA 3. Proporció d'espècies extramediterrànies que es fan ensem als Pirineus i a cadascuna de les altres serralades peninsulars

Sistema Catalanídic	24%
Sistema Iberídic	35%
Sistema Central	30%
Serres Bètiques	19%

Deixant de banda el sistema Catalanídic, no gaire extens i relativament poc elevat, la proporció d'aquestes espècies disminueix de nord a sud. En principi semblaria que aquesta situació fóra explicable apel·lant bàsicament a l'extensió de cada sistema muntanyós i a la seva distància als Pirineus, però a la pràctica no és possible d'obtenir un algorisme satisfactori a partir d'aquests dos únics

paràmetres. Els fets són més complexos, car, a banda de la superfície, l'altitud o el tipus de substrat, hi ha factors històrics i biològics que intervenen també en aquest fenomen.

En alguns casos resulta fàcil descendir a més detalls. Per exemple, dins del sistema Catalanídic, es fa evident la importància particular del Montseny, un massís força alt (1.707 m s.m.) i relativament complex, situat, a més, a poca distància dels Pirineus orientals i fàcilment connectat amb aquests a través de l'anomenat sistema Transversal (vegeu, per exemple, Bolòs *et al.* 1986). De les espècies extramediterrànies que es fan a tot el sistema, al Montseny sol n'hi viuen ja un 91%. Un altre fet força destacable és que de les plantes que habiten el sistema Iberídic en conjunt, n'hi ha una bona proporció (un 27%) que queden limitades a la part nord-occidental de la serralada, fins al Moncayo, més elevada i més propera a altres serres o a terres extramediterrànies que el sector sud-oriental.

Si calculem, per a cada sistema orogràfic, el tant per cent de tàxons de cada element fitogeogràfic (vegeu la taula 4), trobem que a les serres Catalanídiques hi predominen les plantes euro-siberianes (83%), en consonància amb el caràcter general del sistema orogràfic i la seva modesta altitud (vegeu Bolòs 1951). A les muntanyes Bètiques són força abundants les plantes d'alta muntanya (40%), en relació amb les grans altituds que atenyen (sobretot la Sierra Nevada) i amb el caràcter eminentment mediterrani de tots els massissos i dels estatges inferiors en particular. Per raons semblants, sembla que a l'Atles és també força alta (un 12%) la proporció de tàxons boreoalpins, entre els quals *Cerastium cerastoides* (L.) Britton, *Gentianella tenella* (Rottb.) Börner o *Luzula spicata* (L.) DC.

TAULA 4. Proporció (en %) d'espècies dels diferents elements fitogeogràfics no mediterranis en els quatre sistemes muntanyosos extrapirinencs

	Catalanídic	Iberídic	Central	Bètiques
Euro-siberianes	83	74	75	57
Boreoalpines	6	8	10	20
Oròfits alpins	8	15	14	20
Pirinenques	3	4	3	2

En la proporció de tàxons boreoalpins i oròfits alpins sí que hi té alguna relació l'extensió de l'alta muntanya. Vegeu a la taula 5 la superfície situada per damunt de 2.000 metres a cada sistema orogràfic (prenent com a paradigma de les muntanyes Bètiques la Sierra Nevada). Hi ha una certa correlació entre la dita extensió i la proporció de plantes de l'alta muntanya no mediterrània;

correlació que es difumina si, en comptes de considerar els tants per cent, ens fixem en les xifres absolutes. Així, a la Sierra Nevada les plantes borealpines i els oròfits alpins sumen 44, i en el sistema Iberídic arriben a 46. Per contra, aquesta darrera serralada comprèn 151 plantes de caràcter euro-siberià, mentre que a la serra Nevada solament n'hi viuen 62.

TAULA 5. Terres situades per sobre de 2.000 m d'altitud en els diferents sistemes muntanyosos

	Pirineus	Sist. Iberídic	Sist. Central	S. Bètiques
Superfície situada per sobre de 2.000 m s.m. (km ²)	4.000	28 24%	20 23%	550 40%

De la quantitat relativa d'espècies extramediterrànies que habiten cada sistema muntanyós i de les proporcions dels diversos elements fitogeogràfics se'n dedueix que, com era previsible, la distribució de les espècies implicades no segueix pas uns quants models determinats, sinó que mostra pautes força diverses. Les àrees de dispersió general dels diferents tàxons, que no escau de detallar en aquest article, en donen fe.

Pel que fa als oròfits mediterrànies, ja hem vist que als Pirineus hi tenen molta menys importància que les plantes extramediterrànies. Resulta interessant, però, de fer algunes comparacions, tot i que les dades de què parteixo són més incertes i menys elaborades. D'entrada, vegeu a la taula 6 les proporcions en què es troben a cada massís els oròfits mediterrànies que comparteixen amb els Pirineus. Hi afegiré que la proporció d'oròfits mediterrànies que es fan ensem a l'Àfrica del Nord i als Pirineus no arriba al 50%.

Observeu que els tants per cent més elevats són el 84% de les muntanyes Bètiques i el 89% del sistema Iberídic. La diferència de proporcions entre aquest sistema i el Central (53%) indica que moltes d'aquestes plantes s'estenen preferentment per la part oriental de la península Ibèrica, fet ben lògic si tenim en compte que és la de caràcter més mediterrani.

TAULA 6. Proporcions en què es troben en els diferents nuclis muntanyosos els oròfits mediterrànies compartits amb els Pirineus

Serres Bètiques	84%
Sistema Central	53%
Sistema Iberídic	89%
Sistema Catalanídic	30%

TAULA 7. Les glaciacions durant la sub-era Quaternària al continent europeu. Subdivisions segons la teoria glacial clàssica (cronologia alpina)

època	subèpoca	període	datació (anys)	
Holocè		Postglacial	- 10.000	
Plistocè	Plistocè superior	Tardiglacial	- 18.000	fases diverses
		Würm recent	- 35.000	fred i sec
		Würm antic	- 80.000	fred i humit
		Riss-Würm	- 120.000	
	Plistocè mitjà	Riss	- 250.000	incert
		Mindel-Riss	- 300.000	
		Mindel	- 650.000	incert
	Plistocè inferior	Günz-Mindel	- 700.000	
		Günz	- 1.200.000	incert o rebutjat
			- 1.800.000	

Discussió

Com hem apuntat al començament, un dels fenòmens que més ha condicionat la distribució de les espècies muntanyenques, i de fet totes les plantes, ha estat la sèrie de canvis climàtics que van afectar l'hemisferi boreal durant el Plistocè; és a dir, l'alternança de períodes freds i càlids (i també secs i humits), coneguda globalment com a les glaciacions quaternàries (vegeu Ehlers 1996, Benn *et al.* 1998). La taula 7 presenta un esquema elemental de la seqüència d'aquest fenomen tal com l'ha entès la teoria glacial clàssica aplicada als sistemes alpins.

Sense entrar en les interpretacions geològiques, la majoria de climatòlegs actuals consideren que en els darrers 700.000 anys es donaren a l'hemisferi Nord diversos episodis glacials, cadascun dels quals abraçava uns 100.000 anys, separats per interglacials d'una durada de 10.000 a 20.000 anys. Pel que fa als Pirineus (i a Sierra Nevada) alguns geòlegs proposaren que hi hagué una sola glaciació, la darrera (teoria monoglacial), bé que actualment molts especialistes n'admeten dues. És clar que una cosa són les empremtes glacials ben reconeixedores i una altra l'alternança de períodes freds i càlids, secs i humits, acceptada de manera general per part dels científics. Les taxes d'oscil·lació de la temperatura foren, aparentment, molt variables, entre 1 °C per mil·lenni fins a uns quants graus en poques dècades. A banda d'això, s'ha de tenir en compte que els paràmetres de temperatura i humitat s'associaven de maneres diferents, amb la qual cosa apareixien combinacions climàtiques diverses i de vegades ben diferents de les actuals.

En resposta a aquestes oscil·lacions climàtiques, les plantes només podien sobreviure adaptant-s'hi o desplaçant-se; o totes dues coses ensems, ja que adaptació i migració no són pas necessàriament fenòmens excloents (vegeu, per exemple, Davis & Shaw 2001). Ho podríem esquematitzar d'aquesta manera:

Resposta de les plantes als canvis climàtics quaternaris

a. Pervivència *in situ*, aprofitant ambients especials (refugis)

b. Adaptació

b.1. selecció de combinacions genètiques més eficients

b.2 evolució per mutació, poliploïdia... amb eventual transformació en espècies diferents

c. Migració

c.1 Gradual (en latitud o en altitud)

c.2. Mitjançant salts

Pel que fa a l'adaptació i als canvis genètics, cal tenir present que cada espècie té un grau de diversitat diferent i diferents límits de tolerància a distintes variables climàtiques. A part que les glaciacions podien també modificar els models de diversitat genètica de les poblacions. La variació conjunta de diversos caràcters mena, en general, a una adaptació ràpida i eficient. En l'extrem oposat es troben les poblacions que restaven isolades en un petit espai, com és ara un refugi, les quals podien veure's afectades per fenòmens de deriva genètica o de constriccions (colls d'ampolla) que les fessin inviables.

L'aparició de noves espècies per mutació és un fenomen que sol necessitar molt de temps; en les plantes herbàcies sembla que les taxes de divergència seqüencial estan per sobre de l'1% cada milió d'anys. Comes & Kadereit (1998) afirmen que les *Gentiana* de la secció *Ciminalis* van començar a diferenciar-se fa més d'1,8 milions d'anys, a final del Pliocè. Una altra cosa és l'aparició de nous tàxons per al·lopoliploïdia, que és relativament fàcil i pot ser ràpida. Aquests és el cas, probablement, de les espècies boreoalpines de *Draba* i de *Saxifraga*, no incloses en el meu estudi perquè no he tingut en compte les espècies vicariants que es fan als diferents sistemes muntanyosos. Aquesta mena de plantes poden ser realment un element important en l'anàlisi de les relacions florístiques entre territoris; les he deixades de banda, però, perquè el fenomen de la vicariança no sempre és fàcil d'interpretar correctament i perquè em volia centrar en les coincidències florístiques i no pas en les relacions. Malgrat tot, en algun cas hi he fet intervenir les espècies polimorfes en què la majoria de botànics distingeixen simplement subespècies o varietats.

A l'hora de parlar de la migració d'espècies s'han de tenir en compte una sèrie de fenòmens força generals i alguns casos altament corrents. En primer lloc, que les espècies es mouen força independentment unes d'altres, segueixen rutes no forçosament coincidents i presenten diferents taxes de migració. I en segon lloc, que sovint entren en competència amb altres espècies prèviament establertes en el mateix espai.

Un fenomen corrent és que l'avanç migratori de les plantes es vegi afavorit per circumstàncies facilitadores o entorpit per barreres més o menys importants. Els factors que expliquen que una zona actui com a barrera per a una espècie o que, per contra, n'afavoreixi la migració són, lògicament, diversos: geogràfics, climàtics, edàfics, etc. S'ha comentat repetidament que les grans serralades europees, esteses en el sentit dels paral·lels, van fer de barrera per a moltes espècies en llurs migracions en latitud; però també és cert que les muntanyes permeten migracions en sentit altitudinal, més fàcils i menys compromeses que els moviments en direcció nord sud. Cal afegir-hi que a la península Ibèrica també la depressió de l'Ebre, de disposició transversal i de característiques climàtiques particulars, devia condicionar els moviments de moltes plantes. I no s'ha d'oblidar que un mateix espai geogràfic-climàtic pot actuar al mateix temps d'obstacle per a uns tàxons i de via facilitadora per a uns altres.

En un altre ordre de coses, cal tenir present que, a seguit dels condicionants ambientals i biològics de cada etapa, les comunitats vegetals poden desestructurar-se i reorganitzar-se a pler.

Analitzaant, d'una part, les condicions ecològiques dels diferents massissos muntanyosos, i de l'altra, la distribució i l'ecologia actuals dels tàxons, s'han dibuixat de vegades les rutes migratòries més plausibles que aquests degueren seguir. Jo mateix vaig intentar-ho en dues ocasions, en la meua tesi doctoral mecanografiada i en l'estudi de les plantes atlàntiques als Països Catalans (Vigo 1981). Ara opino que s'ha de ser molt caut a l'hora de fer aquestes propostes.

Pel que fa al ritme d'expansió migratòria, per als arbres, que és el cas més conegut, es parla de desenes de quilòmetres per segle: 20, 40... excepcionalment, 100.

De les migracions de plantes, se'n coneixen detalls referents als arbres i als arbusts anemòfils, i també a les plantes de torberes i aiguamolls, gràcies a l'anàlisi pol·línica i a l'estudi dels macrofòssils. En canvi, per a la majoria de plantes herbàcies aquests mètodes no són aplicables o no donen bon resultat. Com se sap, les anàlisis pol·líniques, que en el cas dels arbres sovint permeten reconèixer espècies concretes, en les herbàcies només arriben a distingir gèneres o famílies (*Carex*, *Artemisia*, gramínies....). Més útil pot ser la Filogeografia molecular, que sol emprar com a material d'anàlisi el DNA cloroplàstic (cp. DNA) o determinats marcadors nuclears, i que pot portar a reconèixer les vies

migratòries seguides per certes plantes, la fragmentació de les àrees, els intervals d'expansió d'un tàxon, etc. De moment s'ha aplicat de manera molt limitada.

La migració per salts, és a dir, la dispersió a gran distància, sembla ben comprovada en alguns casos; però diria que deu ser més aviat rara. Puşcaş *et al.* (2008) suposen que les poblacions pirinenques de *Carex curvula* procedeixen d'una colonització a distància a partir de les poblacions dels Alps. També s'havia suposat, em penso que amb poc fonament, que les poblacions de *Papaver suaveolens* dels Pirineus centrals provenien dels de Sierra Nevada a seguit d'un gran salt migratori. Sí que és ben cert que les àrees actuals de distribució de moltes plantes mostren solucions de continuïtat sorprenents entre els Pirineus i altres massissos; per exemple, la presència de *Ranunculus glacialis* a Sierra Nevada (a causa d'una colonització a gran distància?), la de *Juncus balticus* a Gúdar o la de *Gentiana acaulis* al Prado de Javalambre. Crec que, en molts casos, més que pensar en una dispersió a gran distància, resulta més lògic invocar migracions antigues seguides més tard d'extincions en el territori intermedi.

No soc pas capaç d'advertir explicacions precises per a les coincidències i divergències entre la flora de les diferents serralades peninsulars. Però sí de reflexionar sobre les causes genèriques que condicionen l'existència d'una planta en un determinat lloc o en una regió concreta.

Hem d'admetre que la majoria de plantes boreoalpines i d'oròfits alpins que es fan als diferents sistemes muntanyosos intrapeninsulars procedeixen de terres més septentrionals o de les muntanyes alpidiques, i quasi sempre per intermedi dels Pirineus. El nombre d'aquests tàxons que atenyen un massís està força relacionat en principi, bé que no estrictament, amb l'extensió i l'altitud de cada nucli orogràfic, amb la distància a la serralada pirinenca i amb la diversitat d'ambients que ofereixi. De totes maneres, cal tenir en compte encara molts altres factors, no solament els geogràfics (com poden ser la fisiografia continental, el grau de connexió entre els diversos nuclis muntanyosos o el clima mitjà), sinó també, i encara més, múltiples factors biològics i històrics no sempre de bon dilucidar. De manera elemental, les causes que expliquen la presència actual d'una planta en un massís concret podrien resumir-se en tres:

- a) aparició del tàxon en el massís mateix, o bé immigració en temps no gaire reculats
- b) existència d'ambients o hàbitats adequats per a la planta (originàriament o prèvia adaptació)
- c) persistència en el temps (no extinció)

En relació amb l'existència d'hàbitats adequats per a una determinada espècie, resulta, si més no interessant consultar la base de dades "Worldclim" (Global Climate Data), que recopila diverses capes climàtiques amb una resolució d'un quilòmetre quadrat. A partir d'aquestes dades es pot inferir la probabilitat

que l'espècie existeixi en un determinat àmbit i dreçar el mapa de distribució potencial del tàxon. Com es pot suposar, l'àrea potencial d'una planta quasi sempre resulta més extensa que la real, cosa que incita a rumiar sobre les causes dels desajustos teòrics obtinguts.

Faré notar finalment que, si la immigració no es detecta de manera directa, les extincions, en canvi, sí que resulten sovint comprovables. Així, les anàlisis pol·líniques fetes a Sierra Nevada revelen que, en el trànsit del Tardiglacial a l'Holocè (d'això fa uns deu o dotze mil anys), hi existien alguns gèneres arboris, com ara *Picea* o *Carpinus*, que després en varen desaparèixer.

A tall de conclusió

Les comparacions que he fet posen en evidència que la flora dels sistemes orogràfics peninsulars té força punts de contacte, malgrat que la distribució dels diferents tàxons és molt diversa i s'hi observen moltes irregularitats: coincidències inesperades, solucions de continuïtat extenses i, en general, una dispersió de les dades més que notable. De tot plegat no goso deduir-ne conclusions precises, però sí extreure'n algunes premisses que em semblen prou evidents:

- a) La distribució actual de les plantes en els sistemes muntanyosos peninsulars obeeix, generalment, a causes molt complexes
- b) L'abundància de plantes extramediterrànies en aquests sistemes disminueix sensiblement de Nord a Sud, dels Pirineus a les muntanyes Bètiques (i a l'Atlas).
- c) La proximitat del Montseny al sector oriental pirinenc i les característiques físiques i ambientals d'aquest massís expliquen que les espècies extramediterrànies hi siguin tan abundants.
- d) La fàcil connexió dels Pirineus occidentals amb les serres Iberídiques nord-occidentals i, en segon terme, amb el sistema Central ha propiciat molt l'entrada en aquests nuclis muntanyosos de plantes euro-siberianes i d'oròfits alpins.
- e) Les espècies boreoalpines i els oròfits alpins de Sierra Nevada hi pervinueren en temps antics i s'hi conserven, amb caràcter relictual, en àrees de refugi de l'alta muntanya.
- f) Els oròfits mediterranis disminueixen en les muntanyes peninsulars de Sud a Nord, de les serres Bètiques als Pirineus, D'altra banda, la majoria són exclusius de la península, és a dir, que el freu de Gibraltar actua de barrera.
- g) Els oròfits mediterranis s'han expansionat particularment per les serres orientals peninsulars, més seques i més continentals.
- h) Les espècies de caràcter poc o molt atlàntic s'introdueixen península endins preferentment seguint les serralades que travessen o voregen l'altiplà castellà

Nota bene

Vull expressar el meu agraïment a Lluís Villar, qui, arran de la meua comunicació al col·loqui andorrà, em féu algunes útils observacions; a Nora Pérez, que em proporcionà dades interessants sobre les àrees potencials de les espècies; i a Jordi Pérez, que s'ocupà amablement de fer els càlculs d'extensió de l'alta muntanya en els diferents sistemes orogràfics.

Bibliografia

- AIZPURU, I., ASEGINOLAZA, C., URIBE-ECHEBARÍA, P. M., URRUTIA, P. & ZORRAKÍN, I. (eds.) 1999. *Claves ilustradas de la Flora del País Vasco y territorios limítrofes*. Gobierno Vasco, Vitòria.
- BENN, D. I. & EVANS, D. J. A. 1998. *Glaciars and glaciation*. Arnold, Londres.
- BLANCA, G., CABEZUDO, B., CUETO, M., FERNÁNDEZ LÓPEZ, C. & MORALES TORRES, C. (eds.) 2009. *Flora Vascular de Andalucía Oriental*. Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía), Sevilla.
- BOLÓS, O. de 1951. El elemento fitogeográfico eurosiberiano en las sierraas litorales catalanas. *Collect. Bot. (Barcelona)* III, I: 1-42.
- BOLÓS, O. DE 1981. El clima i la vegetació postglacial als Països Catalans. *Treb. Inst. Cat. Hist. Nat.* 9: 83-91.
- BOLÓS, O. DE, NUET, J & PANAREDA, J. M. 1986. Flora vascular del Montseny. In: *El Patrimoni biològic del Montseny. Catàlegs de Flora i Fauna*, 1: 41-92. Diputació de Barcelona, Barcelona.
- BOLÓS, O. DE, VIGO, J. 1984-2001. *Flora dels Països Catalans*. Barcino, Barcelona.
- BOLÓS, O DE, VIGO, J. MASALLES, R. M. & NINOT, J. M. 2005. *Flora manual dels Països Catalans*. Pòrtic, Barcelona.
- CASTROVIEJO, S. (coord. gen.) 1986-2009. *Flora iberica*, vols. I-VI, VIII, X, XIII. CSIC, Madrid.
- COMES, H. P. & KADEREIT, J. W. 1998. The effect of Quaternary climatic changes on plant distribution and evolution. *Trends in Plant Science* 3, 11: 432-438.
- DAVIS, M.B. & SHAW, R.G. 2001. Range Shifts and Adaptive Responses to Quaternary Climate Change. *Science*, 282, 5517: 673-679.
- EHLERS, J. 1996. *Quaternary and glacial Geology*. John Wiley and Sons. W. Sussex.
- GUINOCHET, M. & VILMORIN, R. de. 1973-1984. *Flore de France*. Centre Nat. de la Recherche, París.
- MAIRE, R. 1952. *Flore de l'Afrique du Nord*. 1-16. Lechevalier, París.
- Mateo, G. 1990. *Catálogo florístico de la provincia de Teruel*. Inst. Estud. Turolenses, Terol.
- PUSÇAŞ, M., CHOLER, P., TRIBSCH, A., GIELLY, L., RIOUX, D., GAUDEUL, M. & TABERLET, P. 2008. Post-glacial history of the dominant alpine sedge *Carex curvula* in the European Alpine System inferred from nuclear and chloroplast markers. *Molecular Ecology* 17: 2427-2429.
- RIVAS MASRTÍNEZ, S. 1969. La vegetación de la alta montaña española. *Publ. Univ. Sevilla (V Simp. de Flora Europae)*: 53-80.
- ROI, J. 1937. Les espèces eurasiatiques continentales et les espèces boréo-alpines dans la region méditerranéenne occidentale. *Comm SIGMA* 55. Tolosa de Llenguadoc.
- SAULE, M. 1991. *La grande Flore Illustrée des Pyrénées*. Milan, Tolosa de Llenguadoc i Tarbes.
- SEGURA ZUBIZARRETA, A, MATEO, G. & BENITO ALONSO, J. L. 2000. *Catálogo florístico de la provincia de Soria*. Diputación Provincial de Soria.
- TUTIN, T.G. et al. (edit.). 1972-1976. *Flora Europaea*, vols. 1-5. Cambridge University Press.

- VIGO, J. 1981. Les plantes atlàntiques als Països Catalans. *Treb. Inst. Cat. Hist. Nat.* 9: 93-122 *Treb. Inst. Cat. Hist. Nat.* 9: 83-91.
- VILLAR, L., SESE, J. A. & FERRÁNDEZ, J. V. 1997-2001. *Atlas de la flora del Pirineo aragonés. La Val de Onsera, Angüés.*

Agraïments

Volem expressar el nostre agraïment a totes les persones i institucions que han fet possible aquesta publicació.

En primer lloc als autors dels treballs i al Centre de Documentació de Biodiversitat Vegetal de la Universitat de Barcelona pel suport científic rebut.

Donem les gràcies també al Comú d'Ordino pel suport logístic per dur a terme el IXè Col·loqui de Botànica Pirenaico-Cantàbrica.

També agraïm la tasca de revisió dels treballs als revisors científics de diverses universitats i centres de recerca.

I finalment agraïm la col·laboració del node espanyol de la xarxa Long Term Ecological Research (LTER) i la del Govern d'Andorra.

Índex alfabètic d'autors

- ACEDO, C. 7, 21, 45, 277
ACÍN, A.I. 155
AGELET, A. 303
ALONSO, A. 7, 21
ANDRÉS, M. 33
ARRÁIZ, H. 45
AYMERICH, P. 181
BARROS, R.M. 379
BARTOLI, M. 55
BATRIU, E. 87, 181, 343
BENITO, J.L. 155
BERASTEGI, A. 191, 251
BERGÈS, CH. 61
BERTRAND, A. 97
BIURRUN, I. 67, 191
BLANCHÉ, C. 75, 411
BLANCO-MORENO, J.M. 87, 181
BODIN, J. 55
BOSCH, M. 75
BROUSSEAU, C. 97
CALLAGHAN, T.V. 165
CAMBECÈDES, J. 119, 135, 241
CAMPOS, J.A. 67, 191
CARRERAS, J. 101, 329, 357
CARRILLO, E. 101, 181, 209, 343, 357
CHAULIAC, CH. 127
CIREs, E. 111
CONESA, J.A. 425
CORRIOL, G. 61, 97
CUESTA, C. 111
DÍAZ VARELA, R.A. 367
DICKSON, J.H. 201
FADY, B. 55
FALLOUR-RUBIO, D. 119, 127
FERNÁNDEZ PASCUAL, E. 147
FERNÁNDEZ PRIETO, J.A. 111
FERRÉ, A. 101, 171, 329
FONT, X. 33, 171
GARCIA, J. 135
GARCÍA, T. 389
GARCÍA MLIANGOS, I. 67
GARCÍA TORRICO, A.I. 147
GIRE, L. 135
GÓMEZ, D. 217, 251
GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, M.P. 379
GONZÁLEZ VECÍN, T.M. 367
GOÑI, D. 155
GRAU, O. 165, 171, 181
GRYTNES, J.A. 171
GUARDIOLA, M. 181

- HAMDI, E. 97
HERAS, P. 191, 201, 217
HERRERA, M. 67
ILLA, E. 181, 209
INFANTE, M. 191, 201, 217
JIMÉNEZ, J.J. 227
JIMÉNEZ-ALFARO, B. 147
JUÁREZ, Á. 425
JUPILLE, O. 321
LAPENU, P. 321
LARGIER, G. 97, 135
LAVAUPOT, N. 241
LAZARE, J.J. 249
LEBLOND, N. 61, 241
LÉCRIVAIN, G. 201
LENCE, C. 7
LLAMAS, F. 7, 21, 45, 277
LLUENT, A. 209
LOIDI, J. 67
LÓPEZ-PUJOL, J. 75
LORDA, M. 251
MALAVAL, S. 259
MARCOS, A. 389
MARTINELL, M.C. 75
MASSÓ, S. 75, 411
MERCADÉ, A. 87
MERCADÉ, A. 101, 181
MOLES, A. 267
MOLI, F. 267
MOLINA, A. 7, 277
MORA, A. 287
NICOLAU, J. 297
NIELL, M. 303, 311
NINOT, J.M. 101, 165, 171, 181,
343, 357
OLIVER, X. 435
PATUREL, M. 127
PENIN, D. 321
PERALTA, J. 251
PEREIRA-ESPINEL, J. 367
PÉREZ, N. 329
PÉREZ-HAASE, A. 87, 181, 343
PETIT, A. 181
PUENTE, A. 357
PUENTE, J. 349
RACHOU-LANGLATTE, F. 119
RAMIL-REGO, P. 367
REAL, C. 367, 379
RECASENS, J. 425
RIBA, S. 249
RIGUEIRO, A. 379
RODRÍGUEZ GUITIÁN, M.A. 367, 379
RODRÍGUEZ, A. 389
ROMERO, R. 379
ROVIRA, A. 75
ROYO, A. 425
RUIZ DE GOPEGUI, J.A. 389
RUIZ, Y. 389
RUZAFÀ, A. 399
SIMON, J. 75, 411
SOLÉ, X. 425
SORIANO, I. 443
SOURP, E. 321
TENAS, B. 435
TOR, Q. 443
TORRA, J. 425
VIGO, J. 453
VILLAR, L. 227, 311
ZUBELZU, N. 389

Taula de continguts

Presentació	5
Aplicación del índice PriCon, de Prioridad de Conservación, a la flora del municipio de Ponferrada (León, España). C. Acedo, C. Lence, A. Molina, A. Alonso & F. Llamas	7
Estudios taxonómicos en <i>Sesleria</i> Scop. (<i>Seslerieae</i>, <i>Poaceae</i>). A. Alonso, F. Llamas & C. Acedo	21
Principals patrons de distribució de plantes vasculares a Catalunya. M. Andrés & X. Font	33
Estudios taxonómicos en el género <i>Oreochloa</i> (<i>Poaceae</i>). H. Arráiz, C. Acedo & F. Llamas	45
Nouvelles données sur la taxonomie des pins de la tourbière du Pinet (Aude). M. Bartoli, J. Bodin & B. Fady	55
Inventaire systématique de la flore vasculaire du département des Hautes-Pyrénées. Quelques résultats et problématiques de restitution. C. Bergès, G. Corriol & N. Leblond	61
Nuevos datos sobre los bosques de barrancos y pies de cantil (<i>Tilio-Acerion</i>) del País Vasco y regiones limítrofes. I. Biurrun, J. A. Campos, I. García Mijangos, M. Herrera & J. Loidi	67
Estructura i diversitat genètica de les poblacions pirinenques de <i>Dichoropetalum schottii</i> (Bess.) Pimenov & Kljuykov (<i>Apiaceae</i>): avaluació per a l'establiment de prioritats en conservació. C. Blanché, M.C. Martinell, J. López-Pujol, S. Massó, M. Bosch, A. Rovira & J. Simon	75
Aportació al coneixement de la flora de les valls de Sau (NE de Catalunya). J.M. Blanco-Moreno, A. Pérez-Haase, A. Mercadé & E. Batriu	87
Les carnets de terrain de Christian Maugé (1947-2007) : l'apport à la connaissance de la flore d'Ariège d'un botaniste exceptionnel. C. Brousseau, A. Bertrand, G. Corriol, E. Hamdi & G. Largier	97
Aportacions al coneixement de la flora d'Andorra. E. Carrillo, A. Mercadé, A. Ferré, J. Carreras & J.M. Ninot	101
Flow cytometric analysis in <i>Ranunculus parnassifolius</i> (<i>Ranunculaceae</i>). E. Cires, C. Cuesta & J.A. Fernández Prieto	111

Cartographie des habitats naturels et de la flore protégée au sein de la station de ski de la Pierre-Saint-Martin (Massif de l'Anie, Pyrénées-Atlantiques, France). D. Fallour-Rubio, Ch. Chauliac & M. Paturel	119
Suivi de la régénération post-incendie de <i>Juniperus thurifera</i> sur la Montagne de Rié (Marignac, Haute-Garonne, France). D. Fallour-Rubio, J. Cambecèdes & F. Rachou-Langlatte.	127
La conservation des plantes rares et menacées des Pyrénées : La banque de graines du Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. J. Garcia, L. Gire, J. Cambecèdes & G. Largier.	135
Implicaciones de la viabilidad y germinación de semillas en la conservación de <i>Aster pyrenaicus</i> Desf. ex DC. (<i>Asteraceae</i>). A.I. García Torrico, B. Jiménez-Alfaro & E. Fernández Pascual.	147
Prospección de poblaciones de macrófitos acuáticos amenazados en alta montaña: el ejemplo de <i>Potamogeton praelongus</i> Wulfen. D. Goñi, J. L. Benito & A.I. Acín	155
Efecte dels arbusts en la dinàmica del límit superior del bosc de pi negre en resposta a simulacions de canvis ambientals als Pirineus centrals. O. Grau, J.M. Ninot & T.V. Callaghan	165
Trends in altitudinal distribution of plant diversity in the Catalan Pyrenees. O. Grau, J.M. Ninot, X. Font, A. Ferré & J.-A. Grytnes	171
Coneixem bé la flora pirinenca? Els Pirineus catalans occidentals segueixen sorprendent. M. Guardiola, A. Petit, P. Aymerich, A. Pérez-Haase, A. Mercadé, E. Batriu, J.M. Blanco-Moreno, E. Illa, O. Grau, E. Carrillo & J.M. Ninot	181
Flora de los hábitats hidroturbosos del Noroeste de Navarra. P. Heras, M. Infante, I. Biurrun, J.A. Campos & A. Berastegi	191
Aportación a la flora briofítica del Principado de Andorra. P. Heras, M. Infante, J.H. Dickson & G. Lécivain	201
Gradient tèrmic i canvis de vegetació en congesteres pirinenques. E. Illa, A. Lluent & E. Carrillo	209
El Atlas de briófitos de Aragón. M. Infante, P. Heras & D. Gómez	217
C y N en suelos de pastos alpinos del macizo del Monte Perdido (Parque Nacional de Ordesa, Pirineo central). J.J. Jiménez & L. Villar.	227
La Saponaire à feuilles de pâquerette (<i>Saponaria bellidifolia</i> Sm.) dans les Pyrénées françaises : historique de la connaissance et suivi des populations actuelles. N. Lavaupot, N. Leblond & J. Cambecèdes.	241
Les zones humides de la Principauté d'Andorre : interprétation aux divers niveaux d'intégration écologique. J.-J. Lazare & S. Riba	249
Síntesis de la flora vascular de Navarra. M. Lorda, J. Peralta, A. Berastegi & D. Gómez	251
Produire des semences pyrénéennes, conserver leur diversité génétique et assurer leur traçabilité : un triple défi pour la restauration écologique en Pyrénées françaises. S. Malaval.	259
Estudi i inventari de les mollerres d'Andorra. A. Moles & F. Moli.	267

<i>Carex tendae</i> (W. Dietr.) Pawl. (<i>Cyperaceae</i>) en los Alpes occidentales. A. Molina, C. Acedo & F. Llamas	277
Programa de Conservación de la Flora Vasculardel Parque Nacional Picos de Europa (España) durante el periodo 2002-2010. A. Mora	287
Estat actual del coneixement de la flora i els hàbitats CORINE del Parc Natural Comunal de les Valls del Comapedrosa (Andorra). J. Nicolau.	297
Etnobotànica d'Andorra. Estudi preliminar. M. Niell & A. Agelet.	303
Els fitotònims d'Andorra. M. Niell & L. Villar	311
15 années d'inventaires et de suivis des espèces végétales (1995–2010). Bilan et perspectives pour le Parc national des Pyrénées. D. Penin, O. Jupille, P. Lapenu & E. Sourp	321
Efectos del cambio climático sobre la distribución potencial de los hábitats subalpinos y alpinos del Pirineo catalán y andorrano. N. Pérez, A. Ferré, J. Carreras & X. Font	329
Estudi ecològic de les mollereres de la Vall d'Aran. A. Pérez-Haase, E. Batriu, E. Carrillo & J.M. Ninot.	343
Nuevas poblaciones de <i>Dianthus barbatus</i> L. (<i>Caryophyllaceae</i>) y <i>Lathyrus vivantii</i> P. Monts. (<i>Fabaceae</i>) en el Pirineo Aragonés. J. Puente.	349
Canvis de la vegetació en el domini potencial del bosc de pi negre al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici en el període 1956-2008. A. Puente, J. Carreras, E. Carrillo & J.M. Ninot.	357
Los bosques dominados por <i>Taxus baccata</i> L. del extremo occidental de la cordillera Cantábrica: caracterización ecológica, valor de conservación y amenazas. M.A. Rodríguez Guitián, P. Ramil-Rego, R.A. Díaz Varela, J. Pereira-Espinel, T.M. González Vecín & C. Real	367
Estudio de la variabilidad biométrica de <i>Arnica montana</i> L. (<i>Asteraceae</i>) en el extremo occidental cantábrico (NW Ibérico). R. Romero, C. Real, M.A. Rodríguez Guitián, R.M. Barros, A. Rigueiro & M.P. González Hernández	379
Distribución y estatus poblacional de <i>Echium cantabricum</i> (M. Lainz) Fern. Casas & M. Lainz (<i>Boraginaceae</i>) en la cordillera Cantábrica (España). J.A. Ruiz de Gopegui, T. García, A. Marcos, Y. Ruiz, N. Zobelzu & A. Rodríguez.	389
Flora exòtica del Principat d'Andorra. A. Ruzafa	399
Projecte CromoCat: 10 anys (1999-2009). J. Simon, S. Massó & C. Blanché	411
Anàlisi de la diversitat vegetal en un paisatge agrícola de les serres exteriors prepirinenques. El cas de la vall d'Àger. A.X. Solé, Á. Juárez, A. Rojo, J. Torra, J. Recasens & J.A. Conesa	425
El programa de seguiment i conservació de flora vascular del Ripollès (NE de Catalunya). B. Tenas & X. Oliver	435
Efectes de la freqüentació a la Tartera del Pedraforca (Prepirineus catalans). Q. Tor & I. Soriano	443
Comparacions entre la flora dels Pirineus i la d'altres muntanyes peninsulars. J. Vigo	453
Índex alfabètic d'autors	469

El juliol del passat 2010 Ordino va acollir la IXena edició dels Col·loquis de Botànica Pirenaico-cantàbrica, celebrats per primer cop al Principat d'Andorra. Hi van assistir prop d'un centenar de participants, la majoria dels quals van fer aportacions científiques, en format oral o pòster. De tots, la majoria han presentat llurs treballs per ser publicats en aquest recull. En total són 49 treballs: 12 que pertanyen a la temàtica de florística, 8 a la de taxonomia, 3 a la de fitosociologia, 2 a la d'etnobotànica, 14 a la de conservació, i 10 a la d'ecologia. Entre aquests darrers, bona part s'emmarquen en la temàtica específica *Long Term Ecological Research (LTER)*, que es basa en el seguiment de la biota i dels hàbitats a llarg termini. Amb aquesta nova incorporació s'han enriquit els Col·loquis amb una línia de recerca que busca resposta a un dels grans reptes actuals, com és l'avaluació dels efectes del canvi global.



ISBN: 978-99920-2-058-6

