

Caracterización geobotánica de los bosques turbosos en el Pirineo central

Empar Carrillo, Josep M. Ninot, Aaron Pérez-Haase, Jordi Carreras & Albert Ferré

Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals y Institut de Recerca de Biodiversitat (IRBIO). Universitat de Barcelona. Av. Diagonal 643, E- 08028 Barcelona

Correspondencia

Josep M. Ninot

E-mail: jninot@ub.edu

Recibido: 16 mayo 2023

Aceptado: 26 junio 2023

Publicado on-line: 21 julio 2023

Editado por: Antonio Galán de Mera

Resumen

Este trabajo da cuenta de un estudio detallado de la diversidad, composición florística, ecología y caracterización fitosociológica del hábitat de interés comunitario prioritario a nivel europeo (HIC) 91D0* en los Pirineos. Se ha realizado a partir de 23 inventarios tomados según la metodología fitosociológica de Braun-Blanquet, desde el valle de Benasque (Pirineo central) hasta la comarca de la Cerdaña (Pirineo oriental). Los resultados muestran una separación clara de comunidades según el árbol dominante y la hidrología. Reconocemos un bosque turboso de *Betula pubescens* Ehrh. como una nueva asociación: *Blechno spicanti-Betuletum pubescentis* ass. nov. dentro de la alianza *Betulion pubescentis* Lohmeyer et Tüxen ex Scamoni et H. Passarge 1959. Incluimos también en esta alianza un bosque turboso de *Abies alba* Mill. Los bosques turbosos de *Pinus uncinata* Ramond ex DC. subsp. *uncinata* han sido diferenciados en dos nuevas asociaciones caracterizadas fundamentalmente por briófitos: *Sphagno papilloso-Pinetum uncinatae* ass. nov., de la alianza *Betulion pubescentis* Lohmeyer et Tüxen ex Scamoni et H. Passarge 1959, y *Sphagno capillifolii-Pinetum uncinatae* ass. nov., de la alianza *Eriophoro vaginati-Piceion abietis* H. Passarge 1968. Estas comunidades ocupan siempre superficies pequeñas y no tienen amenazas directas, pero están influidas tanto por el cambio climático como por la dinámica forestal de los bosques adyacentes y por la actividad ganadera, ambas sujetas a cambios notables en los últimos decenios. Las características particulares de estos bosques y la presencia en ellos de algunos briófitos incluidos en la lista roja española o raros en los Pirineos (*Sphagnum squarrosum* Crome, *S. centrale* C.E.O. Jensen, *S. fallax* H. Klinggr., *S. flexuosum* Dozy & Molk., *S. medium* Limpr.) demandan protección y seguimiento para garantizar su conservación.

Palabras clave: Turberas, humedales, fitosociología, conservación, HIC 91D0*, *Pinus uncinata*, *Betula pubescens*, *Abies alba*, *Sphagnum*, Pirineos.

Abstract

Bog Woodland geobotanical characterisation in the central Pyrenees

Here, we present a detailed study of the diversity, species composition, ecology and phytosociological characterization of the Habitat of Community Interest (priority type) at a European level Bog woodland (HIC 91D0*) in the Pyrenees, carried out through 23 inventories taken according to the Braun-Blanquet methodology, from the Benasque valley (central Pyrenees) to the Cerdanya region (eastern Pyrenees). The results show a clear separation of communities according to the dominant tree and to hydrology. We recognize a birch wooded mire of *Betula pubescens* Ehrh. as a new association: *Blechno spicanti-Betuletum pubescentis* ass. nov. within the alliance *Betulion pubescentis* Lohmeyer et Tüxen ex Scamoni et H. Passarge 1959. We also include in this alliance the *Abies alba* Mill wooded mires. The mires with open pine populations of *Pinus uncinata* Ramond ex DC. subsp. *uncinata* have been differentiated into two new associations characterized mainly by bryophytes: *Sphagno papilloso-Pinetum uncinatae* ass. nov., within the *Betulion pubescentis* alliance Lohmeyer et Tüxen ex Scamoni et H. Passarge 1959, and *Sphagno capillifolii-Pinetum uncinatae* ass. nov., within the *Eriophoro vaginati-Piceion abietis* H. Passarge 1968 alliance. These communities always occupy small areas and have no direct threats, but they are influenced by the forest dynamics of the adjacent forests and by livestock activity, both with notable changes in recent decades. The particularities of these forests and the presence of some bryophytes included in the Spanish red list or rare in Catalonia (*Sphagnum squarrosum* Crome, *S. centrale* C.E.O. Jensen, *S. fallax* H. Klinggr., *S. flexuosum* Dozy & Molk., *S. medium* Limpr.) demand protection and monitoring to guarantee their conservation.

Key words: Peatland, mires, phytosociology, conservation, HIC 91D0*, *Pinus uncinata*, *Betula pubescens*, *Abies alba*, *Sphagnum*, Pyrenees.

Introducción

Los humedales pirenaicos incluyen tipos de vegetación que se encuentran en el margen meridional europeo de su área de distribución. La mayoría se localizan en el piso subalpino dentro del dominio de los bosques de pino negro (*Pinus uncinata* Ramond ex DC. subsp. *uncinata*) y son a menudo mosaicos de diversas comunidades que están condicionadas tanto por factores ambientales (principalmente el nivel freático, la circulación del agua y su mineralización) como por factores biogeográficos históricos. Los humedales mejor representados en los Pirineos son los de la clase *Scheuchzerio-Caricetea nigrae* Tüxen 1937, que dependen del agua de escorrentía y que están situados tanto en fondos de valle, como en laderas o en los márgenes de lagos (Braun-Blanquet, 1948; Pérez-Haase *et al.*, 2012). En cambio, son raros los que dependen del agua de precipitación y que podemos referir a la clase *Oxycocco-Sphagnetetea* Br.-Bl. et Tüxen ex Westhoff *et al.* 1946. Muchos de estos humedales son formadores de turba, aunque ésta raramente se acumula en extensiones o profundidades notables. En el sector central de la cordillera son relativamente frecuentes turberas formadas por agrupaciones de montículos minero-ombrotroáficos de esfagnos, que toleran periodos relativamente largos sin lluvia. En estos montículos, normalmente poco elevados (25-75 cm, raramente hasta 100 cm de altura), predominan las especies más generalistas de las turberas altas medioeuropeas (*Vaccinium myrtillus* L., *V. uliginosum* L., *Calluna vulgaris* L.) y en particular algunos musgos del género *Sphagnum* L. propios de estos ambientes.

En este tipo de vegetación se ve facilitada la germinación y el establecimiento de plántulas y juveniles de *Pinus uncinata*, de los que sólo una pequeña proporción llegan a desarrollarse como árboles. Tanto la baja densidad de estos montículos de esfagnos como su situación a menudo fuera de los ambientes boscosos, no permiten casi nunca el desarrollo de una extensa masa forestal turbosa, como ocurre en otras montañas europeas o en tierras boreales (Thébaud & Bernard, 2018). Aún más excepcional es el desarrollo del bosque turboso de pino negro en ambientes reófilos, o la colonización de turberas del piso montano por abedules (*Betula pubescens* Ehrh., *B. pendula* Roth) o abeto (*Abies alba* Mill.).

Sin embargo, la prospección cartográfica detallada de la vegetación en los Pirineos (Salvat *et al.*, 2016; Pérez-Haase *et al.*, 2019; GeoVeg-UB, 2022) ha permitido identificar rodales de turberas que presentan una cubierta de árboles suficientemente densa y alta para considerarlas como bosques (Figura 1). Se han tratado como hábitat de interés comunitario de tipo prioritario (HIC, 91D0* Bosques turbosos) de la Directiva Hábitats de la Unión Europea (Bensettiti, *et al.*, 2001; ENV Nature, 2013; Carreras *et al.*, 2015) en la que están identificados

como subtipos diferentes (44.A12 bosques de abedules con esfagnos y 44.A3 bosques turbosos de pino negro o pino de montaña). No hay tipología del subtipo formado por abeto.

En otras regiones europeas la presencia de estos bosques turbosos se conoce desde hace tiempo. Se describieron como asociaciones, y más tarde se reconocieron como hábitats (Devillers *et al.*, 1991; Thébaud & Bernard, 2018). En los Pirineos, su rareza no ha permitido que dispongamos todavía de una buena descripción de los mismos.

Nuestro objetivo es conocer la diversidad y las características geobotánicas de los bosques turbosos en los Pirineos, hábitat de interés comunitario 91D0*. Consideramos de antemano que la situación altitudinal y las especies arbóreas dominantes condicionan la composición florística del sotobosque, y que también lo hacen la hidrología y la ubicación geográfica. Específicamente, queremos determinar hasta qué punto la composición florística de estas turberas es parecida a la de otras turberas boscosas europeas y a qué sintaxones pueden referirse.

Material y métodos

Área de estudio

El área de estudio corresponde al Pirineo central, desde el valle de Benasque hasta la comarca de la Cerdaña, incluyendo el Valle de Arán y Andorra (Figura 1). Hemos identificado los bosques turbosos a partir de la información cartográfica de hábitats disponible (Institut d'Estudis Andorrans, 2016; Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural, 2018; LIFE13 NAT/ES/001210 LimnoPirineus, 2019).

Inventarios fitosociológicos y nomenclatura

En un buen número de localidades hemos levantado inventarios según la metodología sigmatista (Braun-Blanquet, 1979). En cada inventario se han incluido los briófitos, identificándolos a nivel de especie cuando tenían más de un 20% de recubrimiento (considerando este umbral como significativo para la estructura de la comunidad). Las especies de briófitos con recubrimiento menor deben tomarse como dato complementario de cada inventario, no constituyen una lista exhaustiva.

Se han recogido datos ambientales (situación, hidrología, nivel freático, profundidad de la turba, pH y conductividad eléctrica) en la mayoría de localidades.

La agrupación de inventarios se ha realizado, atendiendo a la bibliografía, según las especies propias de cada tipo de bosque, entre ellas el árbol dominante. El reconocimiento de diferentes grupos se ha fundamentado en las especies de significado ecológico particular que actúan como características o diferenciales frente a otras comunidades. Se ha

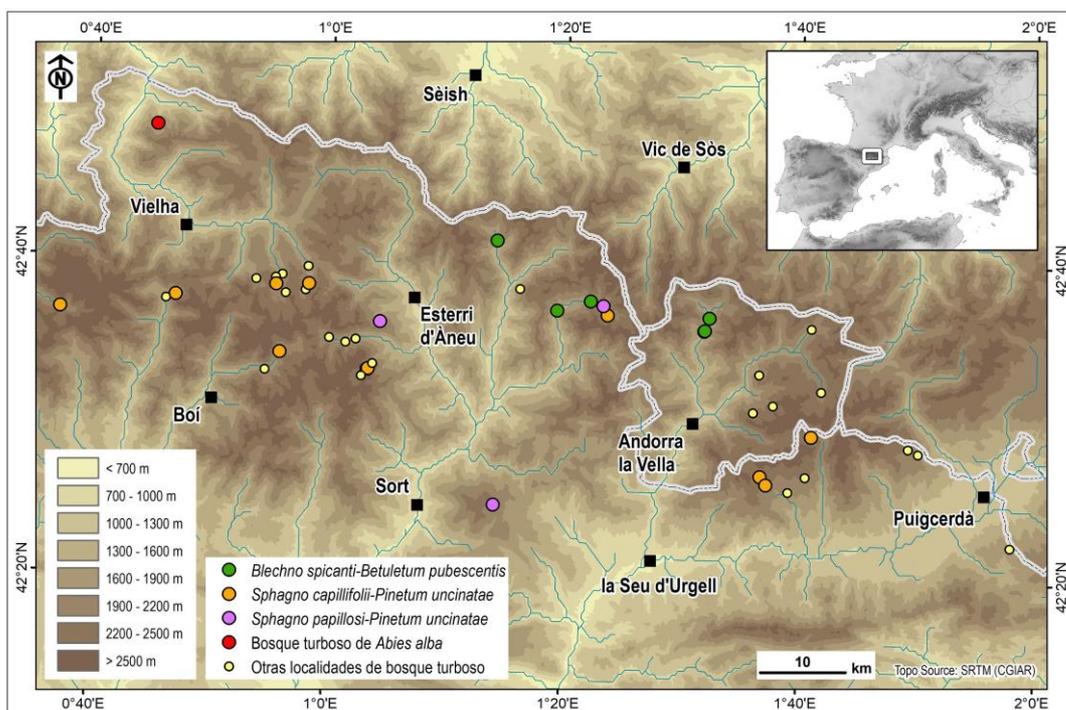


Figura 1. Distribución de los bosques turbosos (HIC 91D0*) en los Pirineos centrales ibéricos, incluido el Valle de Arán.

Figure 1. Distribution of peat forests (HIC 91D0*) in the central Iberian Pyrenees, including the Aran valley.

seguido a Mucina *et al.* (2016) como obra de referencia, incorporando algunas modificaciones introducidas en la revisión de la clase *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl., Sissingh et J. Vlieger 1939 en Francia por Thébaud & Bernard (2018). La nomenclatura de las plantas vasculares y la de briófitos están de acuerdo con WFO-The World Flora Online (2023).

Resultados y discusión

Según el árbol dominante y el conjunto de especies del sotobosque, hemos diferenciado cuatro tipos de bosque turboso, que presentan también diferencias en altitud, situación topográfica e hidrología.

Bosque turboso de abedules

Blechno spicanti-Betuletum pubescentis Carrillo, Ninot, Pérez-Haase, Carreras & Ferré **ass. nov. hoc loco**

Holotipus hoc loco designatus: Tabla 1, inv. 2

Especies diagnósticas: *Athyrium filix-femina* (L.) Roth, *Betula pubescens*, *Carex echinata* Murray, *Blechnum spicant* (L.) Roth., *Lonicera nigra* L., *Melampyrum pratense* L., *Molinia caerulea* Moench, *Sphagnum squarrosum* Crome, *Sphagnum* sect. *Sphagnum*, *Sphagnum* sect. *Cuspidata*, *Vaccinium myrtillus*.

Estructura y composición florística: el bosque turboso de abedules presenta un estrato arbóreo denso formado por *Betula pubescens* y *Betula pendula* en el que medran también *Salix atrocinerea* Brot. y algún pino albar (*Pinus sylvestris* L.).

Tabla 1

Blechno spicanti-Betuletum pubescentis Carrillo, Ninot, Pérez-Haase, Carreras & Ferré **ass. nov.**
(*Vaccinio-Piceetea*, *Sphagno-Betuletalia*, *Betulion pubescentis*)

Número de inventario	1	2	3	4	5	6	7
Altitud (m)	1680	1400	1596	1420	1415	1429	1550
Orientación	N	W	-	NW	NW	NW	-
Inclinación (°)	15	15	0	20	5	25	0
Superficie inventariada (m ²)	40	50	30	100	50	100	64
pH	5,61	5,05	4,8	-	-	-	.
Conductividad eléctrica (µS/cm)	68,7	113	63	-	-	-	.
Cobertura total (%)	100	100	95	98	100	100	100
Cobertura estrato arbóreo y arbustivo alto (%)	70	100	70	85	90	90	75
Cobertura estrato arbustivo (%)	0	10	0	0	65	0	0
Cobertura herbácea (%)	80	80	30	20	25	70	70
Cobertura muscinal (%)	50	55	50	90	75	75	60

Altura estrato arbóreo (m)	4-6	5-8	2-5	7	5	10	6
Estrato arbóreo							
<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	3	4	.	2	4	2	.
<i>Betula pendula</i> Roth	+	.	3	3	.	4	3
<i>Salix atrocinerea</i> Brot.	2	4	3	2	+	1	4
<i>Abies alba</i> Mill.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Pinus sylvestris</i> L.	.	.	.	+	1	2	.
<i>Corylus avellana</i> L.	.	.	.	+	.	.	+
<i>Pinus uncinata</i> Ramond ex DC. subsp. <i>uncinata</i>	.	.	+	.	.	.	.
<i>Populus tremula</i> L.	.	.	.	.	+	.	.
Especies forestales propias y diferenciales de la asociación y unidades superiores							
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth	1	+	+	1	+	+	+
<i>Blechnum spicant</i> (L.) Roth	.	2	.	2	+	+	.
<i>Melampyrum pratense</i> L.	+	.	.	+	.	+	.
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	.	.	.	1	4	+	.
<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl. (juvenil)	.	.	.	1	+	+	.
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	.	.	+	+	+	.	.
<i>Lonicera nigra</i> L.	+	+	.	.	.	.	+
<i>Juniperus communis</i> L.	.	+	+	.	.	.	.
<i>Pyrola minor</i> L.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Rhododendron ferrugineum</i> L.	.	+	.	.	+	.	.
Especies propias de Molinieta							
<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench	+	3	.	+	2	4	1
<i>Juncus effusus</i> L.	2	+	3	1	.	+	.
<i>Caltha palustris</i> L.	2	1	1	.	.	.	.
<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) Beauv.	2	1	+	.	.	.	.
<i>Holcus lanatus</i> L.	.	1	+	.	.	.	1
<i>Juncus acutiflorus</i> Ehrh. ex Hoffm.	.	+	.	.	.	.	3
<i>Lotus pedunculatus</i> Cav.	.	1	2	.	.	.	.
<i>Rorippa pyrenaica</i> (All.) Rchb.	1	.	+	.	.	.	.
<i>Festuca rivularis</i> Boiss.	.	.	.	+	.	.	1
<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.	+	+	.	.	.	.	.
Especies propias de Scheuchzerio-Caricetea							
<i>Carex echinata</i> Murray	3	3	3	2	+	+	.
<i>Narthecium ossifragum</i> (L.) Huds.	.	+	.	.	(+)	+	1
<i>Viola palustris</i> L.	+	.	.	.	.	.	2
<i>Sphagnum denticulatum</i> Brid.	2	.	3	.	.	.	4
<i>Sphagnum palustre</i> L.	.	2	3	.	.	3	.
<i>Sphagnum fallax</i> H. Klinggr.	.	.	.	1	3	3	.
<i>Sphagnum flexuosum</i> Dozy & Molk.	.	3	.	.	.	.	.
<i>Sphagnum squarrosum</i> Crome	3	.	.	.	.	.	.
Compañeras							
<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	.	1	.	4	4	2	cf.2
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Rauschel	.	.	2	2	2	2	+
<i>Agrostis capillaris</i> L.	.	+	+	1	1	.	cf.1
<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Soó	+	.	.	.	(+)	+	+
<i>Nardus stricta</i> L.	.	.	+	+	.	+	.
<i>Veratrum album</i> L.	+	1	.	.	.	.	+
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	.	.	2	.	.	.	.

Especies forestales que aparecen en un inventario con valores bajos (+ o 1). 1. *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newm. (+), *Luzula sylvatica* (Huds.) Gaud. (+), *Prenanthes purpurea* L. (+), *Phyteuma spicatum* L. (+), *Veronica officinalis* L. (+); 2. *Dryopteris* sp. (+), *Solidago virgaurea* L. (1); 3. *Lathyrus linifolius* (Reichard) Bässler (+); 4. *Anemone nemorosa* L. (+), *Sorbus aucuparia* L. (+); 7. *Fragaria vesca* L. (+), *Pulmonaria affinis* Jord. (+).

Especies propias de Molinieta y de Scheuchzerio-Caricetea que aparecen en un inventario con valores bajos (+ o 1). 1. *Alchemilla glabra* Neygenf. (+), *Angelica sylvestris* L. (1), *Carex pallescens* L. (+),

Chaerophyllum hirsutum L. (+), *Myosotis tuxeniana* (O. Bolòs & Vigo) O. Bolòs & Vigo (+), *Pinguicula grandiflora* Lam. (+); 3. *Carex nigra* (L.) Reichard (1), *Carex ovalis* Good. (+), *Galium uliginosum* L. (+), *Epilobium palustre* L. (1), *Juncus articulatus* L. (+); 7. *Carum verticillatum* (L.) Koch (+), *Succisa pratensis* Moench (1).

Especies acompañantes en un inventario con valores bajos (+ o 1). 1. *Aneura pinguis* (L.) Dumort. (1), *Brachythecium* cf. (+), *Carex* sp. (+), *Juncus* sp. (+), *Philonotis* cf. *caespitosa* Jur. (+), *Ranunculus aconitifolius* L. (1), *Rhizomnium punctatum* (Hedw.) T.J. Kop. (+), *Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske (+), *Veronica pona* Gouan (+), *Scapania* sp. (+); 2. *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwaegr. (+), *Mnium hornum* Hedwig (+), *Peucedanum* cf. (+); 3. *Callitriche palustris* L. (1), *Dactylis glomerata* L. (1), *Glyceria declinata* Bréb. (+), *Philonotis* cf. *fontana* (Hedw.) Brid. (+), *Trifolium pratense* L. (+), *Saxifraga stellaris* L. (+); 7. *Climacium dendroides* (Hedw.) F.Weber & D.Mohr (+), *Hylocomium* cf. (+).

Localidades. 1. Font Tallada, margen de la pista que va al Pla de Boet, Àreu, Vallferrera, Lérida (UTM C 366324,4720677). Esquistos. Autores: Aaron Pérez-Haase, Jordi Carreras, Empar Carrillo, Albert Ferré, Josep M. Ninot. Fecha de observación: 21/07/2015. 2. Próximo a la Borda del Puntanou, sobre la pista, Àreu, Vallferrera, Lérida (UTM ETRS89: 362411,4719614). Esquistos. Valores de conductividad de 112,7 μ S y pH 4,33 para el agua exprimida de esfagnos. Autores: Aaron Pérez-Haase, Jordi Carreras, Empar Carrillo, Albert Ferré, Josep M. Ninot *et al.* Fecha de observación 21/07/2015. 3. Sobre Quanca, Tavascan, valle de Ribera de Cardós, Lérida (UTM ETRS89: 355515, 4727821). Esquistos. Autores: Jordi Carreras, Empar Carrillo & Albert Ferré. Fecha de observación 21/07/2015 (datos ecológicos tomados el 23/07/2017). 4. Llorts, entre el Camí Ral y el Camí de les Boïgues. Valle de Ordino, Andorra (UTM ETRS89: 379494, 4717137). Esquistos ferrosos. Ladera con arroyos difusos (parte alta de la ladera, suelo temporalmente seco en superficie). Autor: Empar Carrillo. Fecha de observación 25/07/2021. 5. Llorts, entre el Camí Ral y el Camí de les Boïgues. Valle de Ordino, Andorra (UTM ETRS89: 379517, 4717191). Esquistos ferrosos. Ladera con arroyos difusos (parte baja de la ladera, suelo inundado). Autor: Empar Carrillo. Fecha de observación: 25/07/2021. 6. Llorts, entre el Camí Ral y el Camí de les Boïgues. Valle de Ordino, Andorra (UTM ETRS89: 379555, 4717198). Esquistos ferrosos. Ladera con arroyos difusos, suelo superficialmente inundado en algunos puntos). Autor: Empar Carrillo. Fecha de observación 25/07/2021. 7. Proximidades de la piscifactoría del Serrat. Valle de Ordino, Andorra (UTM ETRS89: 380100, 4718667). Materiales cuaternarios. Autor: Aaron Pérez Haase. Fecha de observación: 10/07/2018.

No se desarrolla estrato arbustivo, tan solo algún individuo aislado de *Juniperus communis* L., *Lonicera nigra* L., *Rhododendron ferrugineum* L. o *Vaccinium myrtillus*, este último pudiendo ser localmente abundante. En el estrato herbáceo predominan algunas especies de la clase *Molinio-Arrhenatheretea* Tüxen 1937 (*Molinia caerulea* Moench, *Juncus effusus* L., *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv., *Caltha palustris* L.), y algunas plantas típicas o abundantes en ambientes turbosos (*Potentilla erecta* (L.) Raeusch., *Narthecium ossifragum* (L.) Huds.). Las hierbas forestales son raras, y las propias de los humedales y turberas también. *Carex echinata* es la más constante, y son frecuentes plantas herbáceas de grandes hojas como *Angelica sylvestris* L., o los helechos *Athyrium filix-femina* (L.) Roth y *Blechnum spicant* (L.) Roth. El elemento más característico de estos bosques es el estrato muscinal (50-90% de cobertura) formado por *Polytrichum commune* Hedw. (abundante en los bosquetes con menos encharcamiento del suelo, inv. 4 y 5 de la Tabla 1) y esfagnos de tendencia higrófila y forestal (*Sphagnum palustre* L., *S. fallax* H. Klinggr., *S. flexuosum* Dozy & Molk. y *S. squarrosum* Crome).

Ecología y sintaxonomía: Este abedular se desarrolla en el piso montano entre 1400 y 1680 m, sobre sustrato ácido formado a partir de esquistos paleozoicos o de materiales cuaternarios. En la Tabla 1 se han recogido dos inventarios de la Vallferrera, uno de la Vall de Cardós (en ambos casos dentro del LIC Alt Pallars, provincia de Lérida) y cuatro del valle de Ordino (Andorra). Proviene de espacios cercanos

a fondos de valle, próximos a barrancos o surgencias. El suelo está empapado de agua que circula lentamente, con el nivel freático alto (variando de 0 a -23 cm en el momento del muestreo). Son aguas ácidas (pH de 4,3 a 5,6) y de conductividad eléctrica baja (63-113 μ S/cm). Los suelos incluyen una capa de turba poco desarrollada y de grosor variable. Se trata en todos los casos de bosquetes que forman pequeños rodales, algo heterogéneos como muestran los inventarios 4, 5 y 6 de la Tabla 1, que corresponden a diferentes situaciones hidrológicas de un mismo bosque dispuesto sobre una misma ladera.

Los bosques turbosos de abedules y otros caducifolios están bien documentados en diversos territorios europeos, donde forman comunidades especiales en el seno de sistemas de turberas más o menos complejos (Thébaud *et al.*, 2009). En espacios como el Macizo Central (Renau, 2012, 2014), el Jura (Richard, 1961; Adriaens, 2001a, 2001b) o las Ardenas (Mériaux *et al.*, 1980) hay una buena representación de estos abedulares. Son bosquetes donde, al igual que en los pinaicos, predominan las especies de los suelos empapados (*Molinia caerulea*, *Carex echinata*, etc.) manteniendo a la vez un carácter forestal. La naturaleza ácida del sustrato y la acumulación de turba, ocasionada en buena parte por la alfombra de musgos, propician la presencia de especies acidófilas como *Vaccinium myrtillus*, y de taxones como *Athyrium filix-femina*, *Lonicera nigra* o *Melampyrum pratense* L.

No hemos encontrado ninguna referencia de este tipo de comunidades para los Pirineos, a excepción

de la recogida por Peralta *et al.* (2018) en la descripción de los hábitats de Navarra donde separan los abedulares turbosos y hacen referencia a una comunidad de *Betula pubescens* y *Sphagnum* sp.pl. sin dar datos concretos. Fuera ya de los Pirineos, en el área montañosa atlántica de la Península Ibérica se han descrito varios bosques y bosquetes riparios de abedules. El *Violo palustris-Betuletum pubescentis* Rodríguez-Gutián 2010 del sector noroccidental de la península, y el *Carici lusitanicae-Salicetum atrocinereae* Neto, Capelo, J.C. Costa et Lousã 1996, que se extiende desde Portugal hasta Cantabria, presentan ciertas semejanzas fisiognómicas, ecológicas y florísticas con el abedular pirenaico, pero los separan de ellos taxones de carácter atlántico como *Carex paniculata* L. subsp. *lusitanica* (Schkuhr) Maire, *Isolepis fluitans* (L.) R.Br., *Thelypteris palustris* Schott o *Wahlenbergia hederacea* (L.) Rchb. (Neto, 1996; Rodríguez-Gutián *et al.*, 2017; Durán, 2019).

Todo ello nos lleva a considerar a los abedulares turbosos pirenaicos (Figura 2) como una asociación particular. Por sus características hidrológicas y su ubicación a una altitud relativamente baja aparecen y pueden abundar en ellos algunos esfagnos higrófilos como *Sphagnum squarrosum* o *S. palustre*, que

algunas especies notables como *Linnaea borealis* L., *Andromeda polifolia* L. o *Carex pauciflora* Lightf. Por esta razón los consideramos como una nueva asociación propia de los Pirineos, que incluimos por su carácter montano en la alianza *Betulion pubescentis* (Tüxen 1937, 1955) Scamoni & H. Passarge 1959. Son características y diferenciales de esta alianza *Betula pubescens* (opt.), *Viola palustris* L., *Juncus effusus*, *Carex rostrata* Stokes, *Carex nigra* (L.) Reichard, *Carex echinata*, *Sphagnum palustre* y *S. flexuosum*.

Bosque turboso de abeto

Comunidad de *Sphagnum squarrosum* y *Abies alba*

Al. *Betulion pubescentis* (Tüxen 1937, 1955) Scamoni et H. Passarge 1959

Especies diagnósticas: *Athyrium filix-femina* (L.) Roth, *Blechnum spicant* (L.) Roth., *Carex remota* L., *Luzula sylvatica* (Huds.) Gaud., *Lysimachia nemorum* L., *Sphagnum squarrosum* Crome.

Estructura y composición florística: Bosque denso dominado por abetos con un sotobosque formado por un denso estrato herbáceo-muscinal en el que predominan los briófitos. El inventario levantado el 24/07/2022 en el Valle de Aran (Lérida), margen



Figura 2. Bosque turboso de abedules (*Blechno spicanti-Betuletum pubescentis* ass. nova) en Llorts (Andorra).

Figure 2. Birch peat forest (*Blechno spicanti-Betuletum pubescentis* ass. nova) from Llorts (Andorra).

forman junto con otros briófitos un estrato muscinal muy desarrollado. Son abedulares relativamente similares al *Sphagno palustre-Betuletum albae* Mériaux *et al.* 1980 del Macizo Central francés (Mériaux *et al.*, 1980; Renaux, 2012), aunque de carácter más oligotrófico, con un empobrecimiento general en especies de turbera, y la carencia de

izquierdo del Arriu de Pèirabon, sobre Bordius (UTM ETRS89: 316116,4741587), presenta unos recubrimientos del 85% del estrato arbóreo, del 40 % del estrato herbáceo y del 85% del muscinal. En una superficie de 100 m² aparecen en el estrato arbóreo: *Abies alba* Mill. (5), *Fagus sylvatica* L. (+), *Sorbus aucuparia* L. (+); en el herbáceo: *Athyrium filix-femina*

(L.) Roth (1), *Blechnum spicant* (L.) Roth (2), *Carex remota* L. (1), *Crepis paludosa* (L.) Moench (+), *Dryopteris dilatata* (Hoffm.) A. Gray (1), *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott (+), *Luzula sylvatica* (Huds.) Gaud. (1), *Lysimachia nemorum* L. (+), *Oxalis acetosella* L. (3), *Ranunculus repens* L. (+), *Rubus saxatilis* L. (1), *Vaccinium myrtillus* L. (3); y en el muscinal: *Hylocomium splendens* Hedw.) Schimp. (4), *Mnium hornum* Hedw. (3), *Polytrichum commune* Hedw. (2), *Sphagnum squarrosum* Crome (3).

Ecología y sintaxonomía: El inventario se tomó en una altitud de 1382 m, en la base de una ladera orientada al NE con una pendiente de 10°; el sustrato corresponde a sedimentos cuaternarios procedentes de materiales esquistosos; el agua del suelo presenta un pH de 5,48 y una conductividad eléctrica de 56 µS/cm.

Este bosque turboso de abeto sobre suelos inundados que aparece en el sector más atlántico del Valle de Arán, probablemente pueda desarrollarse en más lugares dada la abundancia de abetales, arroyos y suelos anegados en la zona atlántica pirenaica. Corresponde a una forma vicariante del abetal con esfagnos sobre turba del Macizo Central francés (*Betulo pubescentis-Abietetum albae* Lemée 1993). La situación catenal de dicho bosque entre el abetal propio de las laderas bien drenadas y las turberas sin cubierta forestal (Thébaud & Lemée, 1995) es la misma que ocupa el abetal turboso aranés. Este último difiere en la ausencia (o menor presencia) en el sotobosque de abedules y en una presencia mayor de especies montanas (*Lysimachia nemorum*, *Carex remota*, *Luzula sylvatica*, *Athyrium filix-femina*). Se corresponde a la alianza *Betulion pubescentis*, que incluye las turberas de abedules y los bosques turbosos reófilos de *Pinus uncinata*.

Bosques turbosos de pino negro (*Pinus uncinata* subsp. *uncinata*)

En el piso subalpino, entre 1800 y 2250 m de altitud, aparecen los bosques turbosos de pino negro, aunque excepcionalmente pueden establecerse algo más abajo, en el dominio del hayedo altimontano (Tablas 2 y 3). Son bosques claros formados por un estrato arbóreo de *Pinus uncinata*, a menudo con una presencia importante de formas juveniles, algunos subarbustos y un estrato herbáceo y muscinal de poca altura y recubrimiento elevado. Entre hierbas y briófitos la cobertura tiende a complementarse, aunque generalmente la de musgos es superior, pudiendo llegar a cerca del 90%. La variedad de condiciones hidrológicas que presentan da pie a una cierta diversidad florística (Pérez-Haase & Ninot, 2017) y a diferentes tipos de bosque. Incluso dentro de una misma turbera la hidrología suele ser poco uniforme, especialmente cuando se consideran superficies relativamente grandes como las propias de ambientes forestales. Así, la composición florística varía entre los bosquetes turbosos minero-ombrotroficados y los bosquetes más reófilos. En ambos casos hay una presencia importante de esfagnos en el estrato muscinal, aunque de apetencias ecológicas diferentes.

Las turberas boscosas con pino negro (o de montaña) aparecen en Europa en la zona prealpina, donde son raras. Según Businský (2008) el pino negro que forma turberas en la cordillera pirenaica (y también en el Jura, y sector centro-occidental de los Alpes) corresponde a *Pinus uncinata* subsp. *uncinata*. Las referencias pirenaicas de *Pinus rotundata* Link. (Cantegrel, 1982) deben atribuirse a este taxón, mientras que las procedentes de las turberas de la parte central europea (E de Alemania, Polonia o Chequia) corresponden a *Pinus uncinata* Ramond ex DC. subsp. *uliginosa* (Neumann) Businský (Businský & Kirschner, 2006).

***Sphagno capillifolii-Pinetum uncinatae* Carrillo, Ninot, Pérez-Haase, Carreras & Ferré ass. nov. hoc loco**

Holotipus hoc loco designatus: Tabla 2, inv. 7

Especies diagnósticas: *Pinus uncinata* subsp. *uncinata*, *Rhododendron ferrugineum*, *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *Calluna vulgaris*, *Sphagnum capillifolium* (Ehrh.) Hedw., *Sphagnum medium*.

Estructura y composición florística: Bosque con un estrato arbóreo que raramente alcanza el 50% de recubrimiento, y formado por árboles de poca altura (hasta 12 m). En algunas de estas turberas, como en Trescuro (Lérida), los árboles de mayor tamaño pueden ser muy viejos (alguno entre 500 y 600 años), aunque la mayoría son medianamente longevos (Pladevall-Izard, 2022). El sotobosque suele presentar cierta heterogeneidad. En inventarios relativamente grandes (100 m²), en rodales llanos predominan los montículos de esfagnos (*Sphagnum capillifolium*), fundamentalmente asociados a árboles jóvenes, y también algunas ericáceas (*Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *Rhododendron ferrugineum*) y plantas de ambientes relativamente secos como *Nardus stricta* L. A menudo los montículos se encuentran rodeados por un tapiz de ciperáceas, entre las que predomina *Trichophorum cespitosum* (L.) Hartm. y diversas especies de *Carex* (Tabla 2, inv. 7-12). Esta cobertura de *T. cespitosum* puede faltar completamente en bosques con más encharcamiento, donde hay mayor abundancia de *Carex nigra*, *C. echinata* o *C. rostrata* Stokes. Son más raros los bosques con esfagnos higrófilos formando montículos bajos (Tabla 2, inv. 5) y aquellos en los que la cobertura de esfagnos es muy baja en beneficio de la dominancia de *T. cespitosum* (Tabla 2, inv. 12). El inventario nº 10 (Tabla 2) corresponde a una muestra de bosque turboso sobre una turbera alcalina, y el inventario nº 12, con *Sphagnum teres*, *S. subsecundum* y *T. cespitosum* y abundante *Erica tetralix* puede considerarse también dentro de esta asociación.

Ecología y sintaxonomía: En este tipo de bosque el grosor de turba es irregular incluso dentro de la misma turbera (de 30 cm a más de 80 cm) al igual que el nivel freático, que varía además estacionalmente y con las precipitaciones (desde el encharcamiento en superficie hasta niveles relativamente bajos en los montículos de esfagnos (80 cm por debajo del suelo). El agua es ácida, con

pH oscilando entre 4,0 y 5,4, o con valores algo más altos (6,2) en la Bassa Nera (provincia de Lérica); y por lo general su mineralización es también muy baja (conductividad eléctrica <100 µS/cm). En verano puede haber cortos períodos de relativa sequía en los que el nivel freático se hunde. Cuando este bosque

se establece en zonas llanas presenta montículos de esfagnos que dependen en buena parte del agua de lluvia o de condensación (*Sphagnum capillifolium*, *S. russowii* Warnst.), siendo así relativamente independientes del nivel freático de la turbera (Figura 3).

Tabla 2

Sphagno capillifolii-Pinetum uncinatae* Carrillo, Ninot, Pérez-Haase, Carreras & Ferré *ass. nov.
(*Vaccinio-Piceetea*, *Vaccinio-Pinetalia*, *Eriophoro-Piceion*)

Número de inventario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Altitud (m)	2120	2020	2230	2070	1950	2050	2090	2040	1970	1890	1880	1820
Orientación	-	-	-	NW	-	-	NW	-	WSW	-	N	NW
Inclinación (°)	0	0	0	2	0	0	1	0	5	0	5	2
Superficie inventariada (m ²)	30	50	8	100	100	120	160	75	100	80	150	100
pH	.	.	.	.	.	3,9	4,31	4,12	6,28	6,21	5,38	5,31
Conductividad eléctrica (µS/cm)	.	.	.	.	.	20,3	26,2	17,5	146	99,3	114	45,9
Profundidad turba (cm)	.	.	.	.	.	>85	>85	>70	.	24	.	20
Cobertura total (%)	100	100	100	100	100	100	95	100	100	100	95	100
Cobertura estrato arbóreo (%)	75	70	80	40	40	35	30	35	40	25	30	30
Cobertura estrato arbustivo (%)	40	20	15	15	10	20	15	40	35	10	50	15
Cobertura herb. y musc.	80	95	100	90	100	90	85	100	60/45	100	85	100
Altura estrato arbóreo (m)	2-8	6-	5-8	6-8	5-8	3-6	5-8	4-7	8-11	4-8	6	4-7
Altura estrato arbustivo (m)	<1	<2	<1	<1	<1	<1	<1	<2	<4	<1,5	<0,4	<1,5
Especies arbóreas												
<i>Pinus uncinata</i> Ramond ex DC. ssp. <i>uncinata</i>	4	4	5	3	3	3	2	3	3	3	3	3
<i>Pinus uncinata</i> Ramond ex DC. ssp. <i>uncinata</i> (juvenil)	2	2	1	+	2	2	1	2	2	1	2	2
<i>Pinus uncinata</i> Ramond ex DC. ssp. <i>uncinata</i> (plántula)	.	.	.	.	.	+	.	2	.	.	.	.
<i>Sorbus aucuparia</i> L. (juvenil o plántula)	.	.	.	.	.	.	+ pl.	.	.	+ pl.	+	.
<i>Salix bicolor</i> Willd.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Características y diferenciales de alianza y orden												
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	+	2	1	2	2	2	2	2	2	+	3	2
<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	.	.	.	2	.	2	+	1	.	+	2	.
<i>Trichophorum cespitosum</i> (L.) Hartm.	.	.	.	.	.	+	4	3	3	4	4	4
<i>Drosera rotundifolia</i> L.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Erica tetralix</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Sphagnum capillifolium</i> (Erhr) Hedw.	2	3	5	4	3	4	4	3	3	.	3	.
<i>Sphagnum russowii</i> Warnst.	3	.	.	.	.	2	.	4	.	.	.	.
<i>Sphagnum medium</i> Limpr.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.
<i>Polytrichum strictum</i> Bridel	1	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.
<i>Calypogeia sphagnicola</i> (Arnell & J. Perss.) Warnts. & Loeske	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Características de clase												
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	1	2	3	2	2	1	1	3	2	+	2	1
<i>Rhododendron ferrugineum</i> L.	3	2	1	2	+	1	1	.	2	.	+	1
<i>Homogyne alpina</i> (L.) Cass.	+	.	.	1	.	.	1	1	+	.	.	.
<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.	.	.	.	1	.	.	.	+	+	.	.	.
<i>Melampyrum pratense</i> L. subsp. <i>alpestre</i> Ronniger	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.
<i>Pyrola secunda</i> L.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.

<i>Pyrola minor</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Especies transgresivas de Scheuchzerio-Caricetea													
<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard	3	1	2	3	4	2	+	+	+	1	1	2	
<i>Carex echinata</i> Murray	1	1	+	2	3	+	+	+	.	.	.	1	
<i>Parnassia palustris</i> L.	1	1	+	+	.	+	+	.	1	.	1	1	
<i>Pedicularis sylvatica</i> L.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	+	+	+	
<i>Pinguicula grandiflora</i> Lam.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	3	+	+	
<i>Viola palustris</i> L.	.	.	.	2	2	1	+	.	.	.	.	1	
<i>Carex rostrata</i> Stokes	+	3	.	.	.	2	+	.	.	.	.	.
<i>Leontodon duboisii</i> (Sennen) Greuter.	.	.	+	1	+	1	+	.	.	.	.	.
<i>Juncus alpinoarticulatus</i> Chaix	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	+	+
<i>Eriophorum angustifolium</i> Honckeny	+	.	.	.	.	.	2	2	1	2	+	.	
<i>Carex panicea</i> L.	.	+	+	.	.	.	+	1	1	1	.	.	
<i>Carex davalliana</i> Sm.	.	.	1	.	.	.	.	+	1	1	.	+	
<i>Juncus articulatus</i> L.	.	.	+	.	+	.	.	.	+	.	.	.	
<i>Carex demissa</i> Hornem.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	+
<i>Luzula sudetica</i> (Willd.) DC.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Bartsia alpina</i> L.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	2	.	.	
<i>Tofieldia calyculata</i> (L.) Wahlenb.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	.	.	
<i>Carex umbrosa</i> Host.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Primula farinosa</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	
<i>Sphagnum subnitens</i> Russow & Warnst.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	1	.	
<i>Sphagnum warnstorffii</i> Russ.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	
<i>Sphagnum papillosum</i> Lindb.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	
<i>Sphagnum palustre</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	
Compañeras													
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räuschel	+	1	.	3	2	2	3	2	3	2	3	2	
<i>Nardus stricta</i> L.	3	1	.	3	2	3	1	3	2	.	2	3	
<i>Succisa pratensis</i> Moench	+	+	.	+	+	2	1	1	3	2	+	.	
<i>Selinum pyrenaicum</i> (L.) Gouan	+	+	.	+	+	1	1	1	1	.	+	+	
<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Soó	.	.	.	+	+	1	+	.	+	1	1	+	
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	1	1	
<i>Festuca rubra</i> L. subsp. <i>commutata</i> Gaudin	.	.	.	2	2	.	.	.	.	.	+	1	
<i>Agrostis capillaris</i> L.	.	.	.	+	.	.	.	+	1	.	+	+	
<i>Molinia coerulea</i> (L.) Moench	.	.	.	.	.	.	.	.	3	2	2	+	
<i>Juniperus communis</i> L.	.	.	.	.	+	.	.	1	+	.	.	+	
<i>Pedicularis pyrenaica</i> Gay	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	+
<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	.	.	.	1	1	2	.	.	.	.	+	.
<i>Primula integrifolia</i> L.	.	.	1	.	.	1	+	1	.	.	.	.
<i>Juncus effusus</i> L.	.	+	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	
<i>Veratrum album</i> L.	+	.	.	.	.	1	.	+	.	.	.	.
<i>Climacium dendroides</i> (Hedw.) Web. & Mohr	.	.	.	.	+	1 cf.	.	.	+	.	.	.	

Especies acompañantes en uno o dos inventarios con valores bajos (+ o 1). 1. *Viola sylvestris* Lam. (+); 2. *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv. (1), *Epilobium* sp. (+); 3. *Caltha palustris* L. (+), *Cerastium fontanum* Baumg. subsp. *triviale* (Link) Jalas (+), *Primula integrifolia* L. (1), *Viola biflora* L. (+); 4. *Ajuga pyramidalis* L. (+), *Campylium stellatum* (Hedw.) J. Lange & C. Jens. (+), *Leucobrium glaucum* (Hedw.) Angstr. (+), *Rhizomnium magnifolium* T. Koponen (+), *Sphagnum teres* (Schimp.) Angström (1); 5. *Alchemilla* gr. *vulgaris* L. (1), *Luzula multiflora* (Retz.) Lej. (1), *Trifolium pratense* L. (+), *Sphagnum subsecundum* Ness (1); 6. *Caltha palustris* L. (+), *Campylium stellatum* (Hedw.) J. Lange & C. Jens. (+), *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin. (+), *Festuca rubra* L. (+), *Peucedanum ostruthium* (L.) Koch (+); 7. *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin. (+), *Galium* gr. *pumilum* Murray (+), *Leontodon pyrenaicus* Gouan (+), *Plantago lanceolata* L. (+), *Rhytidadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst. (+); 8. *Leontodon*

pyrenaicus Gouan (1), *Selaginella selaginoides* (L.) C. F. Mart. (1); 9. *Aneura pinguis* (L.) Dum. (+), *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwaegr. (+), *Briza media* L. (1), *Carex flacca* Schreber (2), *Epilobium palustre* L. (+), *Equisetum hyemale* L. (+), *Danthonia decumbens* DC. (+), *Galium verum* Scop. (+), *Geranium sylvaticum* L. (+), *Hieracium lactucella* Wallr. (+), *Lathyrus linifolius* (Richard) Bassler (+), *Leontodon hispidus* L. (+), *Lotus corniculatus* L. (+), *Trifolium pratense* L. (+), *Soldanella alpina* L. (+), *Ranunculus acris* L. (+), *Rhytidiadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst. (+); 10. *Briza media* L. (+), *Equisetum fluviatile* L. (+), *Carex lasiocarpa* Ehrh. (+), *Polygala alpestris* Rchb. (+), *Sanguisorba officinalis* L. (+); 11. *Athyrium distentifolium* Tausch ex Opiz (+), *Blechnum spicant* (L.) Roth (+), *Carex pallescens* L. (1), *Carex pilulifera* L. (+), *Luzula multiflora* (Retz.) Lej. (+), *Luzula nutans* (Vill.) Duval-Jouve (+), *Oxystegus tenuirostris* (Hook. & Taylor) A.J.E. Sm. (+), *Sphagnum compactum* Lam. & DC. (+), *Sphagnum inundatum* Russow (+); 12. *Briza media* L. (1), *Carex pallescens* L. (+), *Carex sempervirens* Vill. (+), *Danthonia decumbens* DC. (1), *Daphne mezereum* L. (+), *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv. (+), *Plantago media* L. (+), *Polygala alpestris* Rchb. (+), *Sphagnum platyphyllum* Warnst. (+), *S. teres* (+), *S. subsecundum* (+), *Trifolium pratense* L. (+), *Trifolium repens* L. (+).

Localidades. 1. Próximo a la Font de les Pollineres, Lles, Cerdanya, Lérida (UTM ETRS89: 385893, 4700142). Granodioritas y materiales cuaternarios. Autor: Jordi Carreras. Fecha de observación: 17/08/2022. 2. Hort de les Cols, bajo el Pas de la Pera. Lles, Cerdanya, Lérida (UTM ETRS89: 386566, 4699175). Granodioritas y materiales cuaternarios. Autor: Jordi Carreras. Fecha de observación: 17/08/2022. 3. Camino del Pla de Vallcivera, en la Vall de la Llosa. Lles, Cerdanya, Lérida (UTM ETRS89: 391869, 4704755). Granodioritas y materiales cuaternarios. Autor: Jordi Carreras. Fecha de observación: 17/08/2022. 4. Pla d'Arcalís, Vallferrera. Alins, Pallars Sobirà, Lérida (UTM ETRS89 UTM: 368263, 4719044). Esquistos. Autores: Josep M. Ninot & Empar Carrillo. Fecha de observación: 19/07/2017. 5. Font de la Pega, cerca de Aiguadassí. Ribera de Sant Nicolau, Vall de Boí. Barruera, Alta Ribagorça, Lérida (UTM ETRS89: 330182,4714899). Materiales cuaternarios graníticos. Autores Empar Carrillo & Josep M. Ninot. Fecha de observación: 24/07/2019. 6. Entre los dos lagos de Trescuro, Vall de Peguera. Espot, Pallars Sobirà, Lérida (UTM ETRS89 340419,4712928). Materiales cuaternarios graníticos. Autores: Josep M. Ninot & Arnau Mercadé. Fecha de observación: 06/08/2004. 7. Cabecera del Estany de Trescuro de Dalt, Vall de Peguera. Espot, Pallars Sobirà, Lérida (UTM ETRS89: 340340,4712824). Materiales cuaternarios graníticos. Autores: Josep M. Ninot & Efrém Batriu. Fecha de observación: 22/07/2004. 8. Estany de Trescuro de Dalt, Vall de Peguera. Espot, Pallars Sobirà, Lérida (UTM ETRS89: 340309,4712851). Materiales cuaternarios graníticos. Autores: Josep M. Ninot & Aaron Pérez-Haase. Fecha de observación: 21/09/2017. 9. Alrededores del refugio de Coronas, valle de Vallhibierna. Benasque, Huesca (UTM ETRS89 304722, 4720351). Esquistos y materiales cuaternarios. Base de la ladera próxima al río con escorrentía, mosaico de abombamientos de esfagnos y formaciones bajas de ciperáceas. Autores: Josep M. Ninot & Empar Carrillo. Fecha de observación: 25/09/2022. 10. Bassa Nera, Ribera d'Aiguamòg. Naut Aran, Val d'Aran, Lérida (UTM ETRS89: 329822,4722824). Materiales cuaternarios. Profundidad de nivel freático media -25 cm. Autores: Albert Ferré, Josep M. Ninot, Aaron Pérez-Haase. Fecha de observación: 13/07/2005. 11. Bosc de Locampo, margen izquierdo del camino hacia Saboredó. Val de Ruda. Alt Àneu, Pallars Sobirà, Lérida (UTM ETRS89: 333626, 4722846). Materiales cuaternarios graníticos. Agua del arroyo pH 7,49 y conductividad de 47 µs. Autores: Empar Carrillo & Jaume Espuny. Fecha de observación: 24/07/2017. 12. Conangles, al pie del Tuc de la Contesa. Vielha e Mijaran, Val d'Aran, Lérida (UTM ETRS89 318123, 4721680). Materiales cuaternarios graníticos. Autores: Empar Carrillo, Alba Anadón-Rosell & Josep M. Ninot. Fecha de observación: 28/07/2017.

En la revisión de los bosques de la clase *Vaccinio-Piceetea* de Francia, Thébaud & Bernard (2018) consideran que los bosques turbosos de pino negro descritos del Jura y Alpes occidentales (Richard, 1961; Freléchoux, 1997) deben referirse a una única asociación basada en la primera descripción de este tipo de bosque: *Pinetum uncinatae* Kastner & Flossner 1933, corregida posteriormente como *Pinetum rotundatae* Kästner & Flösner 1933 corr. Mucina in Steiner 1993. Pero resulta difícil referir a esta asociación los bosques turbosos de pino negro pirenaicos, tanto por las especies que los forman como por su ecología.

Incluimos esta nueva asociación en la alianza *Eriophoro-Piceion* H. Passarge 1968, que es donde incluyen Thébaud & Bernard (2018) los bosques turbosos ombrotroficados y minero-ombrotroficados de *Pinus uncinata*. Se consideran especies

características y diferenciales de esta alianza: *Vaccinium uliginosum* L., *V. vitis-idaea* L., *Calluna vulgaris* L., *Trichophorum cespitosum* (L.) Hartm., *Sphagnum capillifolium* (Ehrh) Hedw., *S. medium* Limpr. (= *S. magellanicum sensus aut.*), *S. russowii*, *S. fallax* H. Klinggr., *S. fuscum* (Schimp.) H. Klinggr., *Polytrichum strictum* Bridel, *Calypogeia sphagnicola* (Arnell & J. Perss.) Warnst. & Loeske., *Mylia anomala* (Hook.) Gray y *Dicranum undulatum* Schrad. ex Brid.

Sphagno papilloso-Pinetum uncinatae Carrillo, Ninot, Pérez-Haase, Carreras & Ferré **ass. nov. hoc loco**

Holotipus hoc loco designatus: Tabla 3, inv. 1

Especies diagnósticas: *Pinus uncinata* subsp. *uncinata*, *Rhododendron ferrugineum*, *Vaccinium myrtillus*, *Deschampsia caespitosa*, *Caltha palustris*, *Carex echinata*, *Sphagnum papillosum*, *S. centrale*, *S. flexuosum*.

Estructura y composición florística: Con una estructura vertical parecida a la del *Sphagno*

capillifolii-Pinetum uncinatae, cuando el bosque turboso se establece en situación de ladera predominan en él especies higrófilas (*Caltha palustris*, *Deschampsia cespitosa*, *Crepis paludosa* Moench, *Carex rostrata*, *Carex echinata*) y briófitos propios de

ambientes riparios y forestales. Destacan entre éstos *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr. y esfagnos de la sección *Sphagnum* (*Sphagnum palustre*, *S. papillosum* Lindb., *S. centrale* C.E.O. Jensen) y de la sección *Cuspidata* (*S. flexuosum*).

Tabla 3

<i>Sphagno papilloso-Pinetum uncinatae</i> Carrillo, Ninot, Pérez-Haase, Carreras & Ferré <i>ass. nov.</i>			
<i>(Vaccinio-Piceetea, Sphagno-Betuletalia, Betulion pubescentis)</i>			
Número de inventario	1	2	3
Altitud (m)	1860	1840	1990
Orientación	SSW	N	E
Inclinación (°)	15	35	10
Superficie inventariada (m ²)	100	100	100
pH	5,48	4,79	5,34
Conductividad (µS/cm)	285	260	150
Cobertura total (%)	95	95	95
Cobertura estrato arbóreo (%)	50	60	40
Cobertura estrato arbustivo (%)	30	65	25
Cobertura herbácea y muscinal (%)	40/50	20/85	75/50
Altura estrato arbóreo (m)	5-7	10	6-12
Altura estrato arbustivo (m)	-	<1	<0,4
Especies arbóreas			
<i>Pinus uncinata</i> Ramond ex DC. ssp. <i>uncinata</i>	3	3	3
<i>Pinus uncinata</i> Ramond ex DC. ssp. <i>uncinata</i> (juvenil)	.	.	1
<i>Betula pendula</i> Roth	+	+	.
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	.	1	.
<i>Salix bicolor</i> Willd.	.	+	.
<i>Abies alba</i> Mill.	.	2	.
<i>Salix caprea</i> L.	.	+	.
Características y diferenciales de alianza y orden			
<i>Carex echinata</i> Murray	3	2	1
<i>Caltha palustris</i> L.	2	2	1
<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard	2	.	3
<i>Carex rostrata</i> Stokes	+	1	.
<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) Beauv.	1	2	.
<i>Viola palustris</i> L.	2	.	1
<i>Crepis paludosa</i> (L.) Moench	.	2	.
<i>Willemetia stipitata</i> (Jacq.) Dalla Torre	1	.	.
<i>Juncus effusus</i> L.	+	.	.
<i>Aulacomnium palustre</i> (Hedw.) Schwaegr.	1	2	3
<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	2	2	.
<i>Sphagnum papillosum</i> Lindb.	3	.	.
<i>Sphagnum centrale</i> C.E.O. Jensen	.	4	.
<i>Sphagnum flexuosum</i> Dozy & Molk.	3	.	.
Características de clase			
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	3	4	+
<i>Rhododendron ferrugineum</i> L.	3	3	2
<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.	1	+	.
<i>Homogyne alpina</i> (L.) Cass.	.	.	+
<i>Pyrola secunda</i> L.	.	+	.

<i>Rubus saxatilis</i> L.	.	+	.
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	.	+	.
Especies propias de Scheuchzerio-Caricetea			
<i>Pinguicula grandiflora</i> Lam.	1	1	+
<i>Parnassia palustris</i> L.	1	+	.
<i>Juncus articulatus</i> L.	2	+	.
<i>Sphagnum teres</i> (Schimp.) Angström	1	+	.
<i>Pedicularis sylvatica</i> L.	.	.	+
<i>Leontodon duboisii</i> (Sennen) Greuter.	2	.	.
<i>Carex demissa</i> Hornem.	+ cf.	.	+
<i>Luzula sudetica</i> (Willd.) DC.	1	.	.
<i>Carex curta</i> Good.	+	.	.
Compañeras			
<i>Nardus stricta</i> L.	2	+	3
<i>Succisa pratensis</i> Moench	+	1	+
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Rauschel	3	1	.
<i>Selinum pyrenaicum</i> (L.) Gouan	2	.	+
<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Soó	+	+	.
<i>Juniperus communis</i> L.	+	+	.
<i>Agrostis capillaris</i> L.	2	.	.

Especies acompañantes en uno o dos inventarios con valores bajos (+ o 1). 1. *Athyrium filix-femina* (L.) Roth (+), *Calluna vulgaris* (L.) Hull (1), *Cephalozia* sp. (1), *Dryopteris dilatata* (Hoffm.) A.Gray (+), *Festuca rivularis* Boiss. (1), *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp. (+), *Pedicularis pyrenaica* Gay (1), *Peucedanum ostruthium* (L.) Koch (+), *Philonotis* sp. (1), *Saxifraga stellaris* L. (+), *Sphagnum inundatum* Russow (+), *Sphagnum contortum* Schultz (+), *Veratrum album* L. (+). 2. *Anemone nemorosa* L. (+), *Chiloscyphus polyanthos* (L.) Corda (+), *Dryopteris dilatata* (Hoffm.) A. Gray (+), *Galium uliginosum* L. (+), *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newm. (+), *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp. (3), *Phleum alpinum* L. (+), *Ranunculus acris* L. (+), *Rhytidadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst. (+), *Riccardia cf. palmata* (Hedw.) Carruth. (+), *Sphagnum russowii* Warnst. (+), *Sphagnum subnitens* Russow & Warnst. (+), *Viola sylvestris* Lam. (1). 3. *Agrostis canina* L. (+), *Calliargonella cuspidata* Loeske (1), *Cirsium palustre* (L.) Scop. (+), *Climacium dendroides* (Hedw.) Web. & Mohr (1), *Glyceria* sp. (+), *Dicranum scoparium* Hedw. (+), *Festuca rubra* L. subsp. *commutata* Gaudin (1), *Hieracium lactucella* Wallr. (+), *Oxalis acetosella* L. (1), *Phleum alpinum* L. (+), *Polygonum bistorta* (1), *Polytrichum strictum* Bridel (+), *Prunella vulgaris* (1), *Ranunculus auricomus* L. subsp. *envalirensis* (Grau) Molero, Pujadas & Romo (1), *Ranunculus repens* L. (+), *Rubus idaeus* L. (+), *Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske (+), *Trifolium repens* L. (+), *Veronica beccabunga* L. (+), *Veronica officinalis* L. (+), *Viola sylvestris* Lam. (1).

Localidades. 1. Refugio de Vallferrera, entre el Pont d'Arreste y el puente del Barranc d'Arcalís, por encima del camino al refugio. Alins, Pallars Sobirà, Lérida (UTM ETRS89: 367788, 4720141). Esquistos ferruginosos. Ladera con escorrentía fontinal. Autores: Josep M. Ninot & Empar Carrillo. Fecha de observación: 30/07/21. 2. Proximidades del refugio del Pla de la Font, Barranc dels Coms de Jou, en la Vall de Son. Alt Àneu, Pallars Sobirà, Lérida (UTM ETRS89: 341846,4718398). Esquistos ferruginosos. Laderas con escorrentía fontinal. Autor: Empar Carrillo. Fecha de observación: 24/08/21. 3. Comes de Rubió. Soriguera, Pallars Sobirà, Lérida (UTM ETRS89: 354936, 4696950). Esquistos. Autor: Empar Carrillo. Fecha de observación: 20/05/2022.

Ecología y sintaxonomía: Este bosque ligado a escorrentía superficial, con agua difusa y pequeños arroyos tiene un marcado carácter reófilo (Tabla 3, inv. 1 y 3, Figura 4). El suelo es ácido (pH <5,5) como en la turbera boscosa minero-ombrotrofica, pero la conductividad eléctrica llega a 285 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el refugio de Vallferrera (provincia de Lérida), indicando una mineralización mas alta. La relativa abundancia de algunas especies propias de los *Molinietalia*

(*Caltha palustris*, *Deschampsia cespitosa*, *Crepis paludosa* o la rara *Willemetia stipitata* (Jacq.) Dalla Torre) lo diferencian bien, y lo llevan a la alianza *Betulion pubescentis*.

Ordenación sintaxonómica de los bosques turbosos pirenaicos

Tanto la composición florística como las condiciones ecológicas de los inventarios muestran



Figura 3. Bosque turboso de *Pinus uncinata* con esfagnos ombrófilos (*Sphagno capillifolii*-*Pinetum uncinatae* ass. nova) en Trescurro (Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici).

Figure 3. *Pinus uncinata* peat forest with ombrophilous sphagnum (*Sphagno capillifolii*-*Pinetum uncinatae* ass. nova) from Trescurro (National Parc of Aigüestortes i Estany de Sant Maurici).

diferencias claras entre los bosques turbosos de pino negro, abeto y abedul. Sin embargo, consideramos que pueden incluirse todos en la clase *Vaccinio-Piceetea*. En las turberas europeas el abedul puede formar parte del estrato arbóreo de diversos tipos de bosque turboso, pero en los Pirineos hemos detectado únicamente un solo tipo. En cambio, *Pinus uncinata* se halla en turberas de características ecológicas diferentes que condicionan distintos cortejos de especies. A pesar de que existe un fondo común de especies tolerantes a suelos higromorfos y pobres, estos pinares turbosos se separan en alianzas diferentes.

A nivel europeo la propuesta de Mucina *et al.* (2016) difiere en algunos aspectos de la presentada para el territorio francés por Badart *et al.* (2004). El orden *Sphagno-Betuletalia pubescentis* Lohmeyer et Tüxen in Scamoni & H. Passarge 1959, incluido dentro de la clase *Vaccinio-Piceetea* por Bardat *et al.* (2004) y también por Thébaud & Bernard (2018), es considerado por Mucina *et al.* (2016) dentro de la clase *Alnetea glutinosae* Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff, Dijk & Passchier 1946. No siendo nuestro objetivo la revisión sintaxonómica de los boques turbosos, seguimos la ordenación propuesta por Thébaud & Bernard (2018), puesto que es la más reciente y próxima a nuestro territorio.

Esquema sintaxonómico

Clase *Vaccinio myrtilli-Piceetea abietis* Br.-Bl. in Br.-Bl., Sissingh & J. Vlieger 1939

Bosques de coníferas boreales y subalpinos y comunidades arbóreas o arbustivas relacionadas directamente.

Orden *Sphagno-Betuletalia pubescentis* Lohmeyer et Tüxen in Scamoni & H. Passarge 1959

Bosques acidófilos de abedules y coníferas eurasiáticos en turberas minerotróficas.

Alianza *Betulion pubescentis* Lohmeyer & Tüxen ex Scamoni & H. Passarge 1959

Comunidades forestales turbosas edafohigrófilas, minerotróficas u ombrotróficas, acidófilas y hemiheliófilas.

Asociación ***Blechno spicanti-Betuletum pubescentis*** Carrillo, Ninot, Pérez-Haase, Carreras & Ferré **ass. nov. hoc loco**

Abedular turboso

Comunidad de ***Sphagnum squarrosum* y *Abies alba***

Bosque turboso de *Abies alba*

Asociación ***Sphagno papilloso-Pinetum uncinatae*** Carrillo, Ninot, Pérez-Haase, Carreras et Ferré **ass. nov. hoc loco**

Bosque turboso de *Pinus uncinata*, reófilo

Orden *Vaccinio uliginosi-Pinetalia sylvestris* H. Passarge 1968

Bosques abiertos de pinos o piceas en turberas oligotróficas

Alianza *Eriophoro vaginati-Piceion abietis* H. Passarge 1968

Bosques turbosos de pinos o piceas ombrotroficados u ombrominerotroficados, desde el piso montano al subalpino, localizados en las montañas subatlánticas y subcontinentales donde ocupan turberas altas.

Asociación ***Sphagno capillifolii-Pinetum uncinatae*** Carrillo, Ninot, Pérez-Haase, Carreras & Ferré **ass. nov. hoc loco**

Bosque turboso de *Pinus uncinata* minero-ombrotrofico

Dinámica y conservación de los bosques turbosos pirenaicos

A diferencia de los bosques turbosos medioeuropeos, que a menudo han sido utilizados para la extracción de turba y muestran actualmente formas de recuperación (Freléchoux *et al.*, 2000, 2003), los bosques turbosos pirenaicos no han sido



Figura 4. Bosque turboso de *Pinus uncinata* con esfagnos higrófilos (*Sphagno papilloso-Pinetum uncinatae* ass. nova) en los Coms de Jou (Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici).

Figure 4. *Pinus uncinata* peat forest with hygrophilous sphagnum (*Sphagno papilloso-Pinetum uncinatae* ass. nova) from Coms de Jou (National Parc of Aigüestortes i Estany de Sant Maurici).

alterados por esta perturbación a causa de su poca extensión e implantación, pero la utilización general del territorio debe de haber condicionado su desarrollo.

Las masas forestales que los rodean han tenido una explotación secular que directa o indirectamente (dinámica hidrológica, dispersión de semillas, creación de espacios abiertos, etc.) debe de haberlos afectado. Desde mediados del siglo XX hasta ahora

hemos constatado que existe una densificación en el bosque turboso de *Pinus uncinata* en los Pirineos centrales, pero también sabemos que al menos algunos de estos bosques son antiguos, con árboles de más de 500 años (Pladevall-Izard, 2022). La estructura de la población de Trescurro (representativa de la mayoría de las turberas estudiadas), con muchas plántulas y vástagos jóvenes de pino, y con abundantes restos de árboles muertos, indica una acusada dinámica poblacional y una densificación arbórea durante las últimas décadas. Existe una dinámica de renovación que lleva a poblaciones poco densas de individuos grandes y rodales densos de individuos pequeños, formas que a menudo no sobrepasan un metro de altura, y aparentemente con escaso crecimiento. Sin embargo, en espacios donde la reforestación es reciente la dinámica hidrológica puede variar y favorecer el establecimiento del bosque, pero también la desecación de la turbera (Pladevall-Izard, 2022).

Hay que tener en cuenta también el efecto ocasionado por los cambios en la ganadería pirenaica. Actualmente hay una cabaña ganadera de vacuno y equino mayor que en tiempos pasados y una disminución muy acusada de los ovinos. Ello lleva a ocasionar cambios estructurales de la cubierta vegetal de las turberas y en la química de las aguas (Pérez-Haase *et al.*, 2019). Probablemente no todos los bosques turbosos tengan la misma dinámica y habrá que ver cómo evolucionan bajo las nuevas condiciones originadas tanto por los cambios de usos del territorio (forestal y ganadero) como por el cambio climático.

Las tres asociaciones descritas son testimoniales. Ocupan áreas pequeñas y deben considerarse de alto interés ecológico por tratarse de hábitats relictos. Forman parte del hábitat de interés comunitario 91D0 que es prioritario (*); el *Blechno spicanti-Betuletum pubescentis* corresponde al hábitat CORINE 44.A12 [Bosques turbosos de abedules (*Betula pubescens*, *Betula pendula*)] y al código EUNIS G1.512 [*Sedge sphagnum birch woods*], mientras que el *Sphagno papilloso-Pinetum uncinatae* y el *Sphagno capillifolii-Pinetum uncinatae* corresponden al hábitat CORINE 44.A3 [Bosques turbosos de pino negro (*Pinus uncinata*)] y al código EUNIS G3.E1 [*Pinus mugo bog woods*]. La turbera de abedules, además, está incluida en la lista roja de hábitats de la Unión Europea (Janssen & Rodwell, 2016) y debe considerarse como elemento patrimonial especialmente interesante de conservar. En ella se hallan también especies protegidas como *Sphagnum squarrosum* (especie rara en Cataluña, catalogada como vulnerable en el territorio español; Garilleti & Albertos, 2012), *S. fallax* y *S. flexuosum* (Sáez *et al.*, 2019). La mayoría de los bosques turbosos de abedul que conocemos están cercanos a caminos y pistas forestales, por lo que es necesario que los órganos gestores del patrimonio natural estén alerta a posibles afectaciones. Las turberas de pino negro también acogen poblaciones de especies de

esfagnos amenazadas en Cataluña, como *S. medium*, *S. flexuosum* y *S. contortum* Schultz (Sáez *et al.*, 2019). Además, en la turbera del refugio de Vallferrera (Lérida) hay una de las escasísimas localidades españolas de *Willemetia stipitata* (Pérez-Haase & Mercadé, 2021).

Conclusiones

El hábitat de interés comunitario prioritario Bosques turbosos (91D0*) de la Directiva Hábitats de la Unión Europea está formado en los Pirineos al menos por cuatro tipos de comunidades caracterizadas por su composición florística y ecología.

El árbol dominante condiciona el tipo de bosque, aunque no de forma absoluta. El área biogeográfica, el piso altitudinal y la hidrología de la turbera influyen también en el cortejo de especies y en la comunidad que constituyen.

El bosque turboso de abedules pirenaico es reófilo y se establece en el piso montano. Lo reconocemos como una nueva asociación –*Blechno spicanti-Betuletum pubescentis* ass. nov.– dentro de la alianza *Betulion pubescentis*.

El bosque turboso de abeto (comunidad de *Sphagnum squarrosum* y *Abies alba*) está relacionado con el bosque turboso de abedules y lo incluimos en la misma alianza (*Betulion pubescentis*).

Los bosques turbosos subalpinos (y altimontanos) de *Pinus uncinata* son heterogéneos. Distinguimos una turbera minero-ombrotrofica con predominio de montículos de esfagnos de carácter ombrotrofico (*Sphagno capillifolii-Pinetum uncinatae* ass. nov., de la alianza *Eriophoro-Piceion*) y una turbera minerotrofica con esfagnos higrófilos (*Sphagno papilloso-Pinetum uncinatae* ass. nov., de la alianza *Betulion pubescentis*).

La ausencia de algunas especies características de turbera separa tanto el bosque turboso de abedules de sus vicariantes en el Macizo Central, como los bosques turbosos de pino negro pirenaicos de los medioeuropeos.

La rareza de los bosques turbosos en el Pirineo y la presencia en ellos de diversas especies de briófitos amenazadas obliga a los gestores a garantizar su conservación tanto con la aplicación de medidas preventivas como promoviendo su estudio detallado.

Agradecimientos

Este trabajo ha contado con el soporte del proyecto LIFE13 NAT/ES/001210 LimnoPirineus, y la colaboración del Parque Nacional de Aigüestortes y Estany de Sant Maurici y del Parque Natural de l'Alt Pirineu. Agradecemos también a Andreu Salvat su colaboración en la prospección del territorio para detectar bosques turbosos de abedules, y a Elena Ruiz la confirmación de *Sphagnum centrale* C.E.O. Jensen.

Bibliografía

- Adriaens, A. (2001a). *Etude des habitats naturels des lacs et tourbières du Trouillot, des Chasaux et du Canton des Croix*. Rapport d'étude. Parc naturel régional du Haut-Jura. Espace nature, DIREN Franche-Comté.
- Adriaens, A. (2001b). *Tourbière de la Combe du Grand Essart*. -Rapport d'étude. Parc naturel régional du Haut-Jura. Espace Nature, DIREN Franche-Comté.
- Bardat, J., Bioret, F., Botineau, M., Boulet, V., Delpech, R., Géhu, J.-M., Haury, J., Lacoste, A., Rameau, J.-C., Royer, J.-M., Roux, G. & Touffet, J. (2004). *Prodrome des végétations de France*. Coll. Patrimoines naturels, 61. Paris: Muséum national d'histoire naturelle.
- 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. Tome 1 - Habitats forestiers*. Paris: Éd. La Documentation française.
- 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), 1-306.
- Braun-Blanquet, J. (1979). *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Barcelona: Blume.
- Businský, R. & Kirschner, J. (2006). Nomenclatural notes on the *Pinus mugo* complex in Central Europe: *Phyton (Horn, Austria)*, 46 (1), 1-132.
- Businský, R. (2008). The genus *Pinus* L., Pines: contribution to knowledge. *Acta Pruhoniana*, 88, 1-126
- Cantegrel, R. (1982). *Essai de discrimination de deux populations pyrénéennes de pins à crochets (Pinus uncinata)*. *Anie et Néouvielle. Approche biologique et biochimique. Conséquences pour la sylviculture des pineraies sauvages*. Pau: Tesis Université de Pau et des Pays de l'Adour.
- Carreras, J., Ferré, A. & Vigo, J. (Eds.) (2015). *Manual dels Hàbitats de Catalunya, vol VI: 4 Boscos*. Barcelona: Departament de Territori i Sostenibilitat.
- Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural, Generalitat de Catalunya [2022]. *Cartografia dels hàbitats de Catalunya, versió 2*. 2018. Recurso electrónico en: https://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dac tuacio/patrimoni_natural/sistemes_dinformacio/habitats/habitats_terrestres/cartografia_dels_habitats_ver_2/. Consulta realizada en mayo de 2022.
- Devillers, P., Devillers-Terschuren, J. & Ledant, J.P. (1991). *Corine Biotopes manual. Habitats of the European Community*. Luxembourg: Commission of the European Communities.
- Durán Gómez, J.A. (2019). Los bosques riparios de Cantabria II. Saucedas de *Salix atrocinerea* y avellanadas relacionadas. *Flora Montiberica*, 75, 94-100.

- ENV Nature [2022]. The Interpretation Manual of European Union Habitats - EUR28. 2013. Recurso electrónico: <https://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/docs/Int_Manual_EU28.pdf>. Consulta realizada en febrero de 2022.
- Freléchoux, F. (1997). *Étude du boisement des tourbières hautes de la chaîne jurassienne: typologie et dynamique de la végétation, approche dendroécologique des peuplements arborescents*. Neuchâtel: Tesis University of Neuchâtel.
- Freléchoux, F., Buttler, A., Schweingruber, F.-H. & Gobat, J.M. (2000). Stand structure, invasion, and growth dynamics of bog pine (*Pinus uncinata* var. *rotundata*) in relation to peat cutting and drainage in the Jura Mountains, Switzerland. *Canadian Journal of Forest Research*, 30, 1114-1126. <https://doi.org/10.1139/x00-039>
- Freléchoux, F., Buttler, A., Gillet, F., & Gobat, J.M. (2003). Succession from bog pine (*Pinus uncinata* var. *rotundata*) to Norway spruce (*Picea abies*) stands in relation to anthropic factors in Les Saignolis bog, Jura Mountains, Switzerland. *Annals of Forest Science*, 60(4), 47-356. <https://doi.org/10.1051/forest:2003025>
- Garilleti, R. & Albertos, B. (Coord.) (2012). *Atlas y libro rojo de los Briófitos Amenazados de España*. Madrid: Organismo Autónomo Parques Nacionales.
- GeoVeg-UB [2022]. Servidor de mapes d'hàbitats i de vegetació – SEMHAVEG. Recurso electrónico en: <http://www.ub.edu/geoveg/cat/semhaveg.php>. Consulta realizada en mayo de 2022.
- Institut d'Estudis Andorrans [2016]. *Mapa Digital dels Hàbitats d'Andorra*. Recurso electrónico en: <https://www.iea.ad/mapa-digital-dels-habitats-d-andorra-2016>. Consulta realizada en mayo de 2022.
- Janssen, J.A.M. & Rodwell, J.S (2016). *European Red List of Habitats Part 2. Terrestrial and freshwater habitats*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2779/091372>
- LIFE13 NAT/ES/001210 LimnoPirineus [2019]. *Restauración de hábitats leníticos y especies acuáticas de interés de la alta montaña de los Pirineos*. Recurso electrónico en: <http://www.lifelimnopirineus.eu/es/proyecto>. Consulta realizada en mayo de 2022.
- Mucina, L., Bültmann, H., Dierßen, K., Theurillat, J.-P., Raus, T., Čarni, A., Šumberová, K., Willner, W., Dengler, J., García, R.G., Chytrý, M., Hájek, M., Di Pietro, R., Iakushenko, D., Pallas, J., Daniëls, F.J.A., Bergmeier, E., Santos Guerra, A., Ermakov, N., Valachovič, M., Schaminée, J.H.J., Lysenko, T., Didukh, Y.P., Pignatti, S., Rodwell, J.S., Capelo, J., Weber, H.E., Solomeshch, A., Dimopoulos, P., Aguiar, C., Hennekens, S.M. and Tichý, L. (2016). Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science*, 19, 3-264. <https://doi.org/10.1111/avsc.12257>
- Mériaux, J.L., Schumacker, R., Tombal, P. & De Zuttere, Ph. (1980). Contribution à l'étude des boulaies à sphaignes dans le Nord de la France, l'Île-de-France et les Ardennes. *Colloques Phytosociologiques*, 7, 477-494.
- Neto, C.S., Capelo, J.H., Costa, J.C. & Lousa, M. (1996). Sintaxonomia das comunidades de turfeira do Superdistrito Sadense. *Silva Lusitana*, 4(2), 257-258.
- Peralta, J., Biurrun, I., García-Mijangos, I., Remón, J.L., Olano, J.M., Lorda, M., Loidi, J. & Campos, J.A. (2018). *Manual de hàbitats de Navarra*. Pamplona: Gobierno de Navarra.
- Pérez-Haase, A., Carrillo, E., Batriu, E. & Ninot, J.M. (2012). Diversitat de comunitats vegetals a les molles de la Vall d'Aran (Pirineus centrals). *Acta Botanica Barcinonensia*, 53, 61-112.
- Pérez-Haase, A. & Ninot, J.M. (2017). Hydrological heterogeneity rather than water chemistry explains the high plant diversity and uniqueness of a Pyrenean mixed mire. *Folia Geobotanica*, 52, 143-160. <https://doi.org/10.1007/s12224-017-9291-2>
- Pérez-Haase, A., Ninot, J.M., Batriu, E., Pladevall-Izard, E., Espuny, J., Anadon-Rosell, A., Mercadé, A., Ferré, A. & Carrillo, E. (2019). Habitats of Community interest in the mires of Aiguestortes and Alt Pallars: distribution, impacts and threats. In E. Carrillo, J.M. Ninot, T. Buchaca & M. Ventura (Eds.), *LIFE+ LimnoPirineus: conservation of aquatic habitats and species in high mountains of the pyrenees* (pp. 84-100). Reporte técnico disponible: <http://www.lifelimnopirineus.eu/en/project/publications>
- Pérez-Haase, A. & Mercadé, A. (2021). *Willemetia stipitata* (Jacq.) Dalla Torre (= *Calycocorsus stipitatus* (Jacq.) Rauschert). *Willdenowia*, 51, 355-369. <https://doi.org/10.3372/wi.51.51304>
- Pladevall-Izard, E. (2022). *Dinàmica i conservació de la vegetació alpina. Les molles pirinenques*. Barcelona: Tesis doctoral Universitat de Barcelona.
- Renaux, B. (2012). *Caractérisation des Tourbières boisées (91D0*) en Auvergne*. Chavaniac-Lafayette : Conservatoire botanique national du Massif central / Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement.
- Renaux, B. (2014). Les tourbières boisées du Massif central. *Actes des secondes rencontres végétales du Massif central-Limoges*, 27-54.
- Richard, J.L. (1961). *Les forêts acidiphiles du Jura. Étude phytosociologique et écologique*. Extrait des matériaux pour le levé géobotanique de la Suisse. Fascicule 38. Berna: Ed. Hans Huber.
- Rodríguez-Gutián, M.A., Real, C., Romero Franco, R. & Álvarez-Hurtado, A. (2017). Phytosociological framework and conservation value of supratemperate riparian birch forest of the Northwestern Iberian Peninsula. *Lazaroa*, 38(2), 87-126. <https://doi.org/10.5209/LAZA.56061>

- Sáez, Ll., Ruiz, H. & Brugués, M. (2019). Bryophyte flora of Catalonia (northeastern Iberian Peninsula): Checklist and Red List. *Boletín de la Sociedad Española de Briología*, 51, 1-126.
- Salvat, A., Moles, A., Grioche, A., Naudí, J., Rovira, N., Martínez, V., Bolaño, F. & Ferrer, P. (2016). *Pla d'acció de les zones humides d'Andorra. Document 1: Diagnosi*. Andorra la Vella: Govern d'Andorra, Ministeri de Medi Ambient, Agricultura i Sostenibilitat, Departament de Medi Ambient i Sostenibilitat.
- Thébaud, G. & Lemée, G. (1995). Groupements forestiers mûrs à *Abies alba* dans les Monts du Forez, *Acta Botanica Gallica*, 142 (3), 253-266.
<https://doi.org/10.1080/12538078.1995.10515714>
- Thébaud, G., Goubet, P., Skrzypczak, R. & Sourp, E. (2009). Communautés végétales des tourbières ombrotrophes du Massif central oriental (France). *Acta Botanica Gallica*, 156 (3), 341-377.
<https://doi.org/10.1080/12538078.2009.10516164>
- Thébaud, G. & Bernard, C.E. (2018). Contribution au prodrome des végétations de France: les forêts de conifères circumboréales ou montagnardes sur sols acides des classes des *Vaccinio-Piceetea* Braun-Blanq. in Braun-Blanq. *et al.* 1939, des *Junipero-Pinetea sylvestris* Rivas-Mart. 1965 et des *Roso pendulinae-Pinetea mugo* Theurillat in Theurillat *et al.* 1995. *Documents phytosociologiques, série 3*, 7, 284-421.
- WFO-The World Flora Online [2023]. An Online Flora of All Known Plants. Disponible en <http://worldfloraonline.org/>. Consulta realizada en enero de 2023.