

La investigació al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici

X Jornades sobre Recerca al Parc Nacional
d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici

Esport (Pallars Sobirà), 14, 15 i 16 d'octubre de 2015



Col·labora:



1916 100 años de
2016 Parques
Nacionales

ISBN 978-84-393-9451-8



La investigació al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici · X Jornades sobre Recerca al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici · Esport (Pallars Sobirà), 14, 15 i 16 d'octubre de 2015



La investigació al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici



X Jornades sobre Recerca al Parc Nacional
d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici

Esport (Pallars Sobirà), 14, 15 i 16 d'octubre de 2015



investigac
Parc Nacio
igüestort
stany de
nt Maurici



Foto: Ermengol Gassiot
(Grup d'Arqueologia de l'Alta Muntanya)



Foto: Juan Fernández



Foto: Isabel Munuera Bassols



Foto: Martí Boada

Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat

Foto portada i contraportada: Marc Ventura

Tiratge: 650 exemplars

Disseny: Aran Disseny

Dipòsit Legal: DL L-1106-2016

ISBN 9788439394518



Foto: Mercè Monzonis

La investigació al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici

X Jornades sobre Recerca al Parc Nacional
d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici

Espot (Pallars Sobirà), 14, 15 i 16 d'octubre de 2015



Generalitat de Catalunya
Departament de Territori
i Sostenibilitat



Parc Nacional
d'Aigüestortes
i Estany de Sant Maurici

Sumari

Presentació	7
Maria Merced Aniz Montes	
Utilització d'isòtops estables per estudiar i monitoritzar el funcionament dels ecosistemes aquàtics del Parc	9
Lluís Camarero	
Biodiversidad microbiana y riqueza genética de los lagos pirenaicos	17
Rüdiger Ortiz-Álvarez i Emilio O. Casamayor	
Seguimiento a largo plazo de la deposición microbiana e identificación de patógenos potenciales en el Parque Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici	25
Joan Cáliz, Xavier Triadó-Margarit i Emilio O. Casamayor	
Canvis limnològics i paisatgístics durant el darrer mil·lenni a l'Estany de Sant Maurici: estudi <i>Multiproxy</i>	33
Sandra Garcés-Pastor, Teresa Vegas-Vilarrúbia, Núria Cañellas-Boltà, Valentí Rull, Miguel Angel Calero, Santi Giralt, Blas Valero-Garcés, Emilia Gutiérrez i Jesús J. Camarero	
Aigüestortes, un santuari per a la recerca limnològica (història i perspectives)	43
Jordi Catalan	

Sumari

- 55 Evolució deposicional de l'estany de Sant Maurici durant l'Holocè tardà i les seves implicacions paleoclimàtiques**
Miguel Ángel Calero, Blas L. Valero-Garcés, Valentí Rull,
Teresa Vegas-Vilarrúbia, Sandra Garcés-Pastor i Jesús J. Camarero
- 61 Efectes de l'activitat ramadera als estanys del Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici: aportacions de nitrogen i risc d'eutrofització**
Marisol Felip, Joan Lluís Riera, Lluís Camarero, Daniel Díaz de Quijano i Pau Giménez
- 75 Dinàmica de la vegetació, contaminació ambiental i incendis durant els últims 10.000 anys a la Bassa Nera (Vall d'Aràn)**
Albert Pèlach, Ramon Pérez-Obiol, Joan M. Soriano i Aaron Pérez-Haase
- 89 El Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici como santuario de bosques y árboles viejos de pino negro**
J. Julio Camarero Martínez, Emilia Gutiérrez Merino, Gabriel Sangüesa Barreda i Juan Diego Galván
- 97 Caracterización de la estructura forestal con ForeStereo**
Mariola Sánchez-González i Fernando Montes
- 107 Pasado, presente y futuro de los bosques de montaña: seguimiento y modelización de los efectos del cambio climático y la gestión sobre la dinámica forestal**
Fernando Montes, Cristina Gómez, Jesús Julio Camarero, Lluís Coll i Mariola Sánchez-González
- 115 Els arbusts d'alta muntanya en el context dels canvis de vegetació**
Josep M. Ninot, Alba Anadon-Rosell, Empar Carrillo, Oriol Grau, Estela Illa, Francisco Lloret i Marc Talavera
- 131 Estudi ecològic i florístic de les Molleres de Trescurro (Espot)**
Joana Colomer, Aaron Pérez-Haase, Josep M. Ninot i Empar Carrillo
- 139 Efecte del dèficit hídric en la fotosíntesi, relacions hídriques i contingut nutricional en tres espècies subalpines amb diferents morfologies foliars**
Jordi Fernàndez-Martínez, Maria Alba Fransi i Isabel Fleck
- 149 Ecologia i conservació dels amfibis als estanys i basses del Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici**
Alexandre Miró i Marc Ventura
- 161 Alteracions en les comunitats epilítiques associades a les introduccions de peixos en estanys d'alta muntanya**
Marc Ventura, Teresa Buchaca, Sergi Pla, Danilo Buñay, Maria Vila-Costa, Thomas Larsen, Ibor Sabas i Alexandre Miró

Sumari

Efectes de la presència de diverses espècies de peixos invasors en els estanys d'alta muntanya	171
Teresa Buchaca, Enric Ballesteros, Eglantine Chappuis, Esperança Gacia, Anna Gallés, Berta Grau, Alexandre Miró, Víctor Osorio, Berta Pérez, Quim Pou-Rovira, Maria Àngels Puig, Ibor Sabás i Marc Ventura	
Seguimiento y caracterización de los rebaños en los últimos 10 años en el Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici	185
Maria Merced Aniz Montes, Jesús Llorente, María Jesús González i Fernando Javier Merelo Rueda	
El Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici, estació pirinenca de seguiment de poblacions de muixirecs	195
Jordi Serra-Cobo, Marc López-Roig, Meriadeg Le Goui, Helène Norder i Hervé Bourhy	
Principals resultats del projecte "Impactboar" de seguiment de l'activitat del senglar al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici	209
Carme Rosell, Alberto Muñoz, Ferran Navàs, Marc Fernández-Bou, Pau Sunyer, Raúl Bonal i Josep Maria Espelta	
Un parc també cultural? La base de dades arqueològica del Parc Nacional	219
Ermengol Gassiot Ballbé, David Garcia Casas i Joan Nunes Alonso	
ANNEX. Recull de pòsters	231
Impacte dels peixos introduïts sobre les comunitats de macròfits de 8 estanys del pirineu català: estudi preliminar	233
Berta Grau, Eglantine Chappuis, Enric Ballesteros, Teresa Buchaca, Ibor Sabás, Alexandre Miró, Quim Pou-Rovira, Marc Ventura i Esperança Gacia	
Efectes de l'increment de temperatura en el creixement de <i>Vaccinium myrtillus</i> en diferents règims de coexistència a la Treeline	243
Alba Anadon Rosell, Clara Borrull, Noèlia Seguer, Sara Palacio, Empar Carrillo i Josep M. Ninot	
Aproximació al mapa de distribució de la sargantana pirinenca (<i>Iberolacerta bonnali</i>) al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici	247
Elisenda Montserrat, Juan Fernández, Miguel de Gabriel, Nacho Rodríguez, David Miguélez i Benito Fuertes	
Epíleg	250
Maria Merced Aniz Montes	251

Estudi ecològic i florístic de les Molleres de Trescuro (Espot)

Joana Colomer¹, Aaron Pérez-Haase¹, Josep M. Ninot¹, Empar Carrillo¹

1. Departament de Biologia Vegetal, Universitat de Barcelona

Abstract

Ecological gradients were studied on a high-mountain peatland in order to evaluate how certain parameters affect different plant communities and the distribution of their habitats. The study was conducted in the Trescuro mire in summer 2014 at Aigüestortes i Estany de Sant Maurici National Park. We classified 33 floristic relevés into four groups using hierarchical clustering. The relationship between vegetation type and the environmental variables was assessed by means of multivariate analysis (CCA). Mean depth to the water table was found to be the gradient that explained most of the vegetation variance. The variables associated with groundwater cation richness also explained a considerable portion of the variance.

Keywords: vegetation, ecological gradients, high-mountain peatland, Pyrenees

Resum

S'han estudiat els gradients ecològics en les molleres d'alta muntanya amb l'objectiu de determinar quins paràmetres condicionen les diferents comunitats i hàbitats que s'hi troben. L'estudi es va dur a terme a les molleres dels estanys de Trescuro, durant l'estiu de 2014 al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici.

Es van classificar 33 inventaris segons la seva similitud florística. La relació amb les variables ambientals es va analitzar amb una anàlisi multivariant (CCA), mitjançant la qual es va detectar que la profunditat del nivell freàtic és la variable que explica una part més gran de la variància. Les variables associades a la riquesa de cations també van explicar una part important de la variància.

Paraules clau: vegetació, gradients ecològics, molleres d'alta muntanya, Pirineu

Introducció

S'anomenen molles els aiguamolls de tipus boreal, alpí i temperat on pot haver-hi, o no, acumulació de torba (Vigo, 1976; Bolòs & Vigo, 1984). Si se'n forma, aleshores també es poden anomenar torberes (Vigo 1976).

A escala mundial, les torberes són un hàbitat força comú, sobretot a les zones boreals (www.peat-society.org) on cobreixen enormes extensions de terreny; en canvi, en les nostres latituds no són gaire freqüents i queden reduïdes a uns pocs indrets favorables per l'estancació d'aigua.

La flora i la vegetació que hi ha a les molles dels massissos del sud d'Europa ha estat força estudiada en les últimes dècades (Pérez-Haase *et al.*, 2010; Carrillo *et al.*, 2008; Carrillo & Ninot, 1992; Casanovas, 1991), però tot i això encara estem lluny del nivell de coneixement de les molles boreals i atlàntiques, que han estat molt ben estudiades.

La vegetació de les molles pirinenques està relacionada amb les classes *Scheuchzeria palustris*-*Caricetea fuscae* (molles i torberes minerogèniques) i *Oxycocco palustris*-*Sphagnetum magellanicum* (bons ombrogènics), que tenen un òptim a l'estatge subalpí (Pérez-Haase *et al.*, 2010).

Pel que fa a la hidrologia, no totes les molles són iguals. En les molles minerotròfiques la catifa de vegetació s'enriqueix amb aigua subterrània que ha contactat amb el substrat mineral. En canvi, en les molles ombrotrofiques depèn exclusivament de l'aportació per precipitació (Rydin & Jeglum, 2006; Gorham & Janssens, 1992).

Les característiques tan singulars d'aquests ambients han permès fer estudis ecològics a escala molt detallada dels patrons de distribució de la vegetació en funció dels gradients que hi trobem (Wheeler & Proctor, 2000; Bridgman, 1996). Els principals gradients descrits són: la profunditat del nivell freàtic (Malmer, 1962a; Michal, 2013; Negishi, 2014); la riquesa de nutrients o fertilitat (Økland, 1989a); i l'acidesa de l'aigua (Wheeler & Proctor, 2000; Sekulová *et al.*, 2013). Aquests gradients actuen conjuntament dins de la mollera i determinen la composició i les característiques de la vegetació que hi ha en cada punt. Malgrat el coneixement previ, les molles pirinenques han estat poc estudiades pel que fa a la relació entre els gradients ambientals i la distribució de les comunitats vegetals.

La singularitat de les molles fa que la conservació d'aquests ambients sigui un aspecte prioritari en la gestió de la zona pirinenca. En aquest context, es desenvolupa el projecte LIFE Limno-Pirineus, dins el qual s'inclou aquest treball (www.lifelimnopirineus.org).

Objectius

El treball se centra en l'estudi dels gradients ecològics que condicionen la vegetació. Per fer-ho, ens vam proposar relacionar la distribució de les diferents espècies i tipologies de la vegetació amb els principals gradients ecològics (inundació, mineralització, etc.).

En concret, vam definir tres objectius: (1) Descripció general del sistema lenític de Trescuró, (2) Avaluació de les relacions entre les variables ambientals i la distribució de la vegetació i (3) Definició de quines d'aquestes variables són les que permeten explicar millor la distribució de les diferents comunitats vegetals dins l'àrea d'estudi.

Àrea d'estudi

L'estudi es va dur a terme als estanys de Trescuró, inclosos en una reserva integral del Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici, al nord-oest de Catalunya. Concretament, se situen a la vall de Peguera, emplaçats sobre substrat granític a 2.044 m d'altitud. El bioclima és axèric fred, de tipus subalpí (Bolòs & Vigo, 1984) amb una temperatura mitjana de 5,3 °C. La precipitació anual és de 1.150 mm, i es donen pics a la primavera i la tardor (SMC, 2014). Es tracta de dos estanys que ocupen unes 0,8 ha cadascun i arriben als 5 m de fondària (DAAM, 2011).

Metodologia

Treball de camp

Es van seleccionar 33 punts d'estudi, i en cada un es va realitzar un inventari florístic en una superfície de 6 m². Per tal de determinar les condicions ecològiques de cada un, es van fer mesures del nivell freàtic, de la conductivitat elèctrica i el pH de l'aigua. El mostreig es va fer amb una periodicitat de 15 dies des del 18 de juny de 2014 fins al 9 d'octubre de 2014.

Es van guardar mostres d'aigua congelada i posteriorment, un cop filtrada i acidulada, se'n van analitzar les concentracions de calci, silici, sodi, ferro, alumini, sofre, zenc, coure, potassi, fòsfor, magnesi i manganès.

Anàlisis de dades

Els diferents inventaris es van agrupar jeràrquicament utilitzant el mètode *beta flexible* amb el paquet Cluster versió 1.14.4 (Maechler *et al.*, 2015) mitjançant el programari R (R Core Team, 2013). Els inventaris amb menys de tres espècies es van eliminar de l'anàlisi.

Les diferents variables obtingudes es van relacionar amb la vegetació mitjançant una anàlisi de correspondències canòniques (CCA) que permet predir múltiples variables dependents (les espècies vegetals en les nostres dades), en funció de múltiples variables independents (les variables ambientals).

Es va utilitzar el programari Statgraphics (Statgraphics Centurion, X.V.I., 2009) per al tractament estadístic. Es van comparar les dades de les tipologies de vegetació utilitzant les anàlisis ANOVA i la prova de Kruskal-Wallis.

Resultats i discussió

Vegetació

L'arbre obtingut amb l'agrupació jeràrquica (vegeu la figura 1) classifica els inventaris en quatre grups que corresponen a tipus de vegetació aparentment prou contrastats: molles de *Carex nigra* de tendència calcícola, molles soligèniques de *Trichophorum cespitosum*, marges d'estany amb *Carex rostrata* i esfagnes i, finalment, bonys d'esfagnes amb ericàcies (vegeu la figura 2). Les característiques abiòtiques i fisiognòmiques de cada grup es mostren a la taula 1.

Relació de les variables ambientals amb la vegetació

Els resultats de la CCA indiquen que el principal gradient que explica la variància en la vegetació són les variables relacionades amb el nivell freàtic (que expliquen un 11% de la variabilitat total). Concretament, el percentatge de dies d'inundació durant el període d'estudi és la més significativa. Altres estudis (Castelli, 2000; McIlroy & Allen-Diaz, 2012) també defineixen el nivell freàtic com el gradient més significatiu per explicar la tipologia de comunitats vegetals de mollera.

En segon lloc, el gradient més important és el de riquesa de nutrients i la mineralització de l'aigua. La concentració de potassi, que pot interpretar com a indicador de la fertilitat, és la variable més correlacionada amb la vegetació.

En altres estudis realitzats en molles (Sekulová

et al., 2013) s'ha determinat que el pH és el que explica la gran part de la variància en la composició florística. El fet que en el nostre cas no sigui així podria ser a causa de la poca variació de pH a l'àrea estudiada i a les diferències en l'escala d'estudi. És a dir, en els estudis a gran escala en què hi ha amplis rangs de pH a causa de la variació de substrats, per exemple, aquest factor prendrà més importància, mentre que en estudis a petita escala el nivell freàtic pren molta més rellevància.

Nivell freàtic

La profunditat del nivell freàtic va oscil·lar des de 70 cm per sota la superfície a les zones més allunyades de l'estany i en alguns bonys d'esfagnes, fins a nivells positius a les zones inundades de la vora de l'estany.

Es va observar una disminució significativa del nivell freàtic durant el període d'estudi (Kruskal-Wallis; $K = 190,79$; $p < 0,05$). De manera que al mes de juny es va constatar el nivell freàtic més elevat mentre que el mes d'octubre és el que tenia un nivell més baix.

Conductivitat elèctrica

Es va observar un augment significatiu (Kruskal-Wallis; $K = 8,62$; $p = 0,013$) de la conductivitat a mesura que avançava l'estiu. Aquest fet és degut a l'increment de l'oxigenació del sòl, que juntament amb l'augment de temperatura, permet una remineralització més gran al sòl (Stres *et al.*, 2008).

Concentracions iòniques

Els valors de concentració dels diferents ions són força baixos (Catalan *et al.*, 1993). L'element més abundant és el calci, que mostra diferències significatives entre les diferents zones de la mollera (Kruskal-Wallis; $K = 16,16$; $p = 0,0003$), de manera que les zones de mollera amb tendència calcícola són les que van presentar més riquesa, mentre que els bonys d'esfagnes eren les zones amb una concentració iònica més baixa.

Acidesa

Els nivells de pH no varien gaire al llarg de la mollera. El patró de distribució és més aviat irregular i no va presentar diferències significatives al llarg del temps. La mitjana va ser de 5,4 però el pH de l'aigua espremuda directament dels esfagnes és significament més baix que el de la resta de la mollera (ANOVA; $F = 58,93$; $p = 0,000$).

Tipificació de la mollera

En general, les mesures de les condicions físicoquímiques són comparables als resultats obtinguts en altres molles de condicions semblants. (Bragazza & Gerdol, 1999; Pérez-Haase *et al.*, 2011). Segons la classificació proposada per molles d'Amèrica del Nord (Glaser, 1992) es classifiquen com a "mollera pobre dèbilment minerotròfica" les que tenen un pH entre 4,3 i 5,8 i una concentració de calci entre 3 i 10 ppm. Els nostres valors estan clarament dins d'aquests intervals. Tot i això, els bonys d'esfagnes tenen una mitjana de pH de 4,2 i una concentració de calci de 1,71 ppm. Per tant, quedarien classificats com a hàbitats ombrotrofics. En el nostre cas, la majoria de bonys tenen un pH prou baix i una pobresa de nutrients que indiquen que podrien estar rebent només l'aigua de la precipitació, però com que l'acidificació en alguns bonys no és gaire important (pH = 5,03 i [Ca] = 3,5 ppm), es pot pensar que alguns podrien rebre influència geogènica. Cal destacar que hi ha una gran diversitat de tipus de molles en un espai força reduït, i això dificulta una classificació en tipologies concretes

Conclusions

S'han diferenciat quatre grans tipus de vegetació: molles de *Carex nigra* de tendència calcícola, molles soligèniques de *Trichophorum cespitosum*, marges d'estany amb *Carex rostrata* i molles higròfiles, i bonys d'esfagnes amb ericàcies. La variable que permet explicar millor la variància en la distribució de les comunitats i de les diferents espècies a la mollera és el gradient en la profunditat del nivell freàtic. Els gradients en les concentracions d'ions i en la conductivitat elèctrica (ambdós associats a la riquesa de nutrients) també permeten explicar una part important d'aquesta variació.

Considerem el conjunt de la mollera de Trescuro com a un sistema minerotròfic pobre. Tot i això, en les àrees amb bonys d'esfagnes s'observen condicions similars a les de les torberes ombrotrofiques, i algunes de les comunitats minerotrofiques poden ser incloses dins de les molles calcícoles tot i la baixa mineralització.

Els resultats obtinguts aporten informació sobre les característiques i el funcionament del sistema lenític de Trescuro, bàsica per comprendre les variacions que es puguin derivar de canvis en la hidrologia de la conca.

Grup	Tipus de vegetació (codi HIC)	Profunditat torba (cm)	Recobriment total (%)	Recobriment plantes vasculars (%)	Recobriment briòfits (%)	Número d'espècies per inventari	pH de l'aigua	Conductivitat elèctrica de l'aigua ($\mu\text{S}/\text{cm}^2$)	Profunditat mitjana del nivell freàtic (cm)	Núm. d'inventaris
1	Molleres de <i>Carex nigra</i> de tendència calcícola(7230)	40,5 $\pm$ 29,4	93,5 $\pm$ 4,7	87,8 $\pm$ 5,6	44,1 $\pm$ 28,1	27,4 $\pm$ 9,1	5,61 $\pm$ 0,14	73 $\pm$ 23,4	-10,4 $\pm$ 6,66	7
2	Molleres soligèniques de <i>Trichophorum cespitosum</i> (7230)	41 $\pm$ 14,7	92,5 $\pm$ 2,8	85 $\pm$ 4	68 $\pm$ 9,2	27,5 $\pm$ 5,5	5,31 $\pm$ 0,47	41,8 $\pm$ 10,1	-2,9 $\pm$ 2,66	4
3	Marges d'estany amb <i>Carex rostrata</i> i moltes higròfiles (7140 p.p.)	66,4 $\pm$ 30,8	93,5 $\pm$ 11	72,1 $\pm$ 12,5	78,5 $\pm$ 25,2	10 $\pm$ 4,0	5,33 $\pm$ 0,55	64,4 $\pm$ 30,1	-3,7 $\pm$ 3,28	7
4	Bonyes d'esfagnes amb ericàcies (7110)	60 $\pm$ 28,5	97,5 $\pm$ 3,9	65,6 $\pm$ 12,6	90,4 $\pm$ 6,8	20 $\pm$ 4,5	5,40 $\pm$ 0,4	43,3 $\pm$ 16,24	-29,1 $\pm$ 14,01	12

Taula 1. Mitjanes i desviacions estàndard de les variables fisiognòmiques i abiòtiques mesurades per als diferents grups de molles reconeguts a través de l'anàlisi multivariant. Les dades són referents als 30 inventaris que van entrar en l'anàlisi estadística. Codis HIC: 7110* – Torberes altes actives, 7140 – Torberes de transició, 7230 – Torberes baixes alcalines.

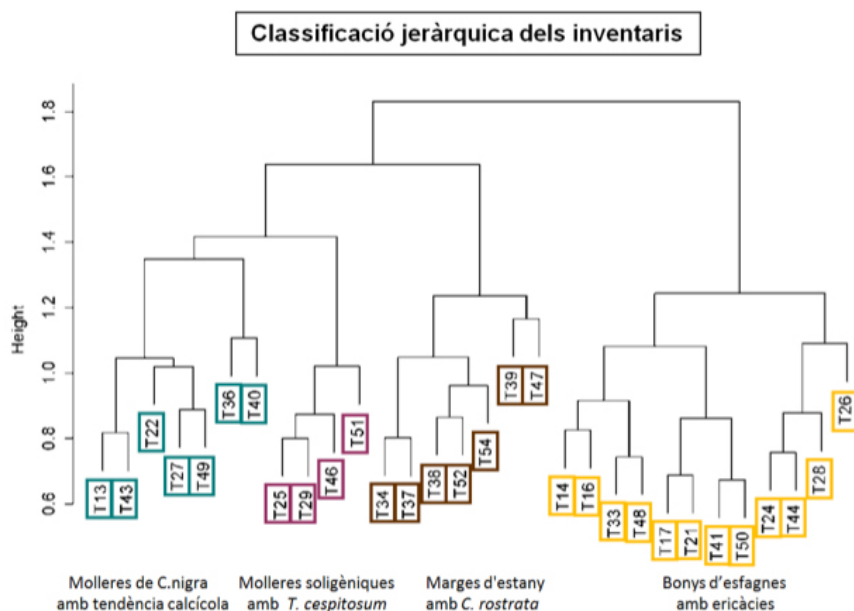


Figura 1. Agrupació jeràrquica dels diferents inventaris, segons la seva similitud florística. A sota de cada grup s'indica el nom assignat en funció de la composició i característiques dels inventaris.



Figura 2. Imatges de les quatre tipologies de vegetació analitzades. D'esquerra a dreta i de dalt a baix: marges d'estany amb *Carex rostrata*; molleres de *Carex nigra* de tendència calcícola; bonyes d'esfagnes amb ericàcies; i molleres soligèniques amb *Trichophorum cespitosum* amb un dels tubs utilitzats per mesurar el nivell freàtic.

Bibliografia

- BIRDGHAM, (1996). Multiple limiting gradients in peatlands. *The Society of Wetland Scientists*, 16, 45–65.
- BRAGAZZA, L. & GERDOL, R. (1999). Hydrology, ground-water chemistry and peat chemistry in relation to habitat conditions in a mire on the South Eastern Alps of Italy. *Plant Ecology*, 144(2), 243–256.
- BOLÒS, O. DE & VIGO, J. (1984). *Flora dels Països Catalans*. Barcino.
- CARRILLO, E., BRUGUÉS, M., CARRERAS, J., CROS, R.M., FERRÉ, A., NINOT, J.M., PÉREZ-HAASE, A. & RUIZ, E. (2008). Singularitat de la vegetació de les reserves integrals de Trescuró i d'Aiguamòg. In: *VII Jornades sobre Recerca al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici*: 177-192.
- CARRILLO, E. & NINOT, J. M. (1992). *Flora i vegetació de les valls d'Espot i de Boí*. Arxius de la secció de Ciències de l'Institut d'Estudis Catalans 99 (1-2). Institut d'Estudis Catalans. Barcelona
- CASANOVAS, L. (1991). Estudi sobre l'estructura i l'ecologia de les molles pirinenques. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona
- CASTELLI, R.M., CHAMBERS, J.C. & TAUSCH, R.J., (2000). Soil-plant relations along a soil-water gradient in great basin riparian meadows. *Wetlands*, 20(2), 251–266.
- CATALAN, J., BALLESTEROS, E., GACIA, E., PALAU, A. & CAMARERO, J. (1993). Chemical composition of disturbed and undisturbed high-mountain lakes in the Pyrenees: A reference for acidified sites. *Water Research*, 27(1), 133-141.
- DAAM - Departament d'Agricultura, Ramaderia,-Pesca, Alimentació i Medi Natural. (2011). Inventari de zones humides de Catalunya. Fitxa estany de Trescuró. Generalitat de Catalunya.
- ECKSTEIN, Y., OLEG SAVICHEV, B. G., & ELENA YU PASECHNIK, B. (2015). Two decades of trends in ground water chemical composition in The Great Vasyugan Mire, Western Siberia, Russia. *Environmental Earth Sciences*, 73(11), 29–41.
- GLASER, P.H. (1992). *Vegetation and water chemistry. Patterned Peatlands of Northern Minnesota*. University of Minnesota Press. Mineapolis.
- GORHAM, E. & JANSSENS, J. (1992). Concepts of fen and bog re-examined in relation to bryophyte cover and the acidity of surface waters. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 61(1), 7–20.
- International Peatland Society (IPS). [En línia] Adreça URL: <http://www.peatociety.org/>
- LIFE Limno Pirineus [En línia] Centre d'Estudis Avançats de Blanes (ceab-CSIC). Adreça URL: <http://www.lifelimnopirineus.eu/>

- MAECHLER, M., ROUSSEUW, P., STRUYF, A., HUBERT, M., & HORNIK, K. (2015). Cluster Analysis Basics and Extensions. R package version 2.0.3.
- MALMER, N. (1986). Vegetational gradients in relation to environmental conditions in northwestern European mires. *Canadian Journal of Botany*, 64(2), 375-383.
- McILROY, S. K. & ALLEN-DIAZ, B. H. (2012). Plant community distribution along water table and grazing gradients in montane meadows of the Sierra Nevada Range (California, USA). *Wetlands ecology and management*, 20(4), 287-296.
- ØKLAND, R.H. (1989). A Phytoecological Study of the Mire Northern Kisselbergmosen, SE. Norway: Introduction, flora, vegetation and ecological conditions (Vol. 1). Botanical Garden and Museum, University of Oslo.
- PÉREZ-HAASE, A., BATRIU, E., CARRILLO, E., & NINOT, J. M. (2011). Estudi ecològic de les molles de la Vall d'Aran. Actes Del IX Col·loqui Internacional de Botànica Pirenaico-Cantàbrica a Ordino, Andorra, 343-348.
- PÉREZ-HAASE, A., CARRILLO, E., BATRIU, E., & NINOT, J. M. (2010). Diversitat de comunitats vegetals a les molles de la Vall d'Aran (Pirineus centrals). *Acta Botanica Barcinonensis*, 53, 61-112.
- R CORE TEAM (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- RYDIN, H. & JOHN, J. (2006). *The Biology of Peatlands*. Oxford University Press.
- SEKULOVÁ, L., HÁJEK, M., & SYROVÁTKA, V. (2013). Vegetation-environment relationships in alpine mires of the West Carpathians and the Alps. *Journal of Vegetation Science*. 24(6), 18-28.
- SMC-Servei Meteorològic de Catalunya. (2014). Generalitat de Catalunya
- STATGRAPHICS CENTURION, X. V. I. (2009). Statpoint technologies. INC. version,16, 17.
- STRES, B., DANEV I, T., PAL, L., FUKA, M. M., RESMAN, L., LESKOVEC, S. & MANDIC-MULEC, I. (2008). Influence of temperature and soil water content on bacterial, archaeal and denitrifying microbial communities in drained fen grassland soil microcosms. *FEMS microbiology ecology*, 66(1), 110-122.
- VIGO, J. (1976). *L'alta muntanya catalana*. Montblanc-Martin. Barcelona
- WHEELER, B. D. & PROCTOR, M. C. F. (2000). Ecological gradients, subdivisions and terminology of northwest European mires. *Journal of ecology*, 88(2), 187-203.
- WOJTUN, B., SENDYK, A., & MARTYNIK, D. (2013). Sphagnum species along environmental gradients in mires of the Sudety Mountains (SW Poland). *Boreal environment research*, 18, 74-88.