

UNA NOVA ASSOCIACIÓ DE PLANTES AQUÀTIQUES ALS PIRINEUS: EL *RANUNCULO ERADICATI-POTAMETUM ALPINI*

Enric Ballesteros* & Esperança Gacia**

Rebut: abril de 1990

SUMMARY

A new association of aquatic plants from the Pyrenees: the *Ranunculo eradicati-Potametum alpini*.

The *Ranunculo eradicati-Potametum alpini*, a new association of aquatic plants, is described from the subalpine pyrenean lakes. It is related to the *Potametum filiformis* from the Alpine range and it is dominated mainly by *Potamogeton alpinus*, *P. berchtoldii* and *Ranunculus trichophyllus* ssp. *eradicatus*. The association develops in soft-water lakes with a conductivity ranging from 15 to 78.2 $\mu\text{S cm}^{-1}$, water alkalinity ranging from 100 to 650 $\mu\text{eq l}^{-1}$ and calcium carbonate concentration ranging from 59 to 331 $\mu\text{g-at l}^{-1}$. These values are relatively high when compared with other Pyrenean lakes where isoetid populations develop. Water alkalinity seems to be the main environmental factor determining the kind of aquatic macrophytic vegetation in Pyrenean lakes.

RESUM

Hom descriu una nova associació de plantes aquàtiques pròpia dels estanys pirinencs de la zona subalpina. L'associació, *Ranunculo eradicati-Potametum alpini*, està relacionada amb el *Potametum filiformis* dels Alps i és dominada per *Potamogeton alpinus*, *P. berchtoldii* i *Ranunculus trichophyllus* ssp. *eradicatus*. Es desenvolupa en llacs d'aigües amb una càrrega iònica relativament elevada, en el context dels estanys pirinencs (conductivitat: 15.1-78.2 $\mu\text{S cm}^{-1}$; alcalinitat: 100-650 $\mu\text{eq l}^{-1}$; concentració de calci: 59-331 $\mu\text{g-at l}^{-1}$), on substitueix els poblaments d'isoètid àmpliament estesos en molts llacs d'alta muntanya.

KEY WORDS: Phytosociology, aquatic plants, Pyrenees.

MOTS CLAU: Fitosociologia, plantes aquàtiques, Pirineus.

* Centre d'Estudis Avançats de Blanes. CSIC. C. Sta. Bàrbara, s/n. 17300 Blanes. Girona.

** Departament d'Ecologia. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona. Av. Diagonal, 645. 08028 Barcelona.

INTRODUCCIÓ

La vegetació submergida dolçaüícola ha rebut molt poca atenció als Països Catalans. D'entre les diverses raons que justifiquen aquest fet podem esmentar la dificultat, òbvia, de mostreig, i la raresa d'ambients lacustres. Aquesta segona raó té, però, a Catalunya, una excepció: els estanys pirinencs (CATALÁN, 1989).

L'única associació de macròfits submergits descrita dels estanys pirinencs correspon a l'*Isoeto-Sparganietum angustifolii* (BRAUN BLANQUET, 1948a), associació que és àmpliament estesa pels Pirineus Centrals i Orientals (CLAUSTRES, 1966; VIGO, 1976; CARRILLO, 1984; BALLESTEROS & GACIA, 1989; BALLESTEROS *et al.*, 1989) en aigües oligotròfiques i poc mineralitzades. Durant els anys 1987 i 1988 més d'un centenar d'estanys pirinencs van ser visitats i estudiats, la qual cosa ha permès d'identificar l'existència d'una nova comunitat submergida ben diferent de l'*Isoeto-Sparganietum angustifolii*, tant des del punt de vista fitosociològic com estructural.

METODOLOGIA

La relació de llacs a visitar va fer-se intentant cobrir tota l'extensió dels Pirineus Catalans i la representació dels diferents ambients possibles (llacs de circ-llacs de vall, llacs naturals-llacs represats, diferents estats tròfics, diferents alçades, etc.). El mostreig dels macròfits es realitzava en immersió, convenientment equipats amb vestits de neoprè. Els inventaris s'efectuaven *in situ* segons el mètode sigmatista, anotant les espècies i llurs abundàncies en una pissarra de PVC. Paral·lelament es recollien mostres d'aigua superficial del llac per a la determinació de diferents paràmetres químics d'interès. La conductivitat, el pH i l'alcalinitat eren mesurats en arribar al laboratori. Les mostres d'aigua per a la determinació dels nutrients dissolts i els elements químics eren congelades fins a la seva anàlisi. La metodologia utilitzada en les anàlisis efectuades s'especifica a CATALÁN (1987) i CATALÁN *et al.* (1989).

RESULTATS

L'anàlisi detinguda dels diferents inventa-

ris realitzats posa de manifest l'existència, en determinats estanys, d'una comunitat dominada per plantes aquàtiques del grup dels elodèids (HUTCHINSON, 1975) i amb un baix o nul grau de presència d'isoètids. Les espècies més comunes en aquesta comunitat són *Potamogeton berchtoldii*, *P. alpinus*, *Ranunculus trichophyllus* ssp. *eradicatus* i *Nitella* gr. *opaca* (Taula I). La comunitat es localitza en llacs situats a la zona subalpina, entre 2000 i 2400 m sm, a fondàries que oscil·len entre 0.5 i 4.0 m. La comunitat acostuma a tenir un estrat elevat (40-100 cm) constituït per *Potamogeton alpinus*, i un estrat inferior (10-40 cm) constituït per *Potamogeton berchtoldii*, *Ranunculus trichophyllus* ssp. *eradicatus*, *Nitella* gr. *opaca* i alguns isoètids ocasionals. En algun cas pot existir un tercer estrat, més elevat que els anteriors (100-200 cm) format per *Myriophyllum alterniflorum* (inventari 11) o *Sparganium angustifolium* (inventari 10). El recobriment global varia segons els llacs i l'època de l'any, però sovint ultrapassa el 100%. En general, hom observa una disminució en el recobriment de les fanerògames en fondària, compensat per un augment de *Nitella* gr. *opaca*, espècie que forma poblaments monoespecífics a partir dels 2 o 3 metres en molts dels llacs estudiats.

Les característiques químiques de l'aigua dels llacs d'on provenen els inventaris es presenta a la Taula II. En termes generals, es tracta de llacs d'aigües amb una baixa reserva alcalina, amb un pH proper a la neutralitat i un contingut en calci que oscil·la entre 59 i 331 µg-at l⁻¹. L'oligotròfia és causada per les baixes concentracions de fòsfor, element que és el nutrient limitant en la producció de la majoria d'estanys pirinencs (CATALÁN, 1989). Els nitrats són sempre relativament abundants (3.7-12.2 µmols l⁻¹).

DISCUSSIÓ

Fitosociologia

Els inventaris que es presenten són ben diferenciats de l'*Isoeto-Sparganietum angustifolii*. Florísticament són dominats per petits elodèids característics de l'ordre *Potamogetalia* i els isoètids són inexistents o poc rellevants. Atent a les recomanacions de DEN HARTOG (1981) sobre la conveniència de no sinonimitzar comunitats aquàtiques

TAULA I. *Ranunculo eradicati-Potametum alpini* assoc. nova.
Ranunculo eradicati-Potametum alpini new ass.

Núm. inventari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Altitud (m sm)	2.205	2.250	2.150	2.130	2.215	2.310	2.130	2.220	2.220	2.370	1.995	2.200
Fondària (m)	1,5	2,0	1,0	2,0	1,0	3,0	0,5	1,0	1,0	0,5	3,0	4,0
Superfície estudiada (m ²)	25	25	10	25	25	25	25	20	20	25	25	50
U.T.M. (31T)	CH11	CH21	CH23	CH21	CH12	CH23	CH21	CH21	CH21	CH90	CH31	CH32
Característiques d'associació i de les unitats superiors (<i>Potamion</i> , <i>Potametea</i> , <i>Potametalia</i>)												
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	3,3	2,2	2,2	1,3	.	4,4	1,2	2,3	4,5	1,2	1,1	2,2
<i>Potamogeton alpinus</i>	4,4	2,3	2,3	2,3	3,3	.	.	3,1	5,5	2,2	3,3	1,2
<i>Ranunculus trichophyllus</i> ssp. <i>eradicatus</i>	1,1	2,2	1,3	+	2,3	3,3	2,2	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus aquatilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Espècies de <i>Littorelletea</i>												
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	.	3,3	.	.	.	.	.	.	+	.	5,5	+
<i>Sparganium angustifolium</i>	+	.	.	.	.	.	1,1	.	.	3,2	.	.
<i>Subularia aquatica</i>	.	.	.	.	.	.	1,2	.	.	+	.	.
<i>Isoetes setacea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2,2	.	.
<i>Isoetes lacustris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Criptògames												
<i>Nitella</i> gr. <i>opaca</i>	3,3	2,2	2,3	4,4	.	.	3,3	2,3	.	.	.	.
<i>Drepanocladus exannulatus</i>	.	.	1,3	.	.	.	.	.	.	.	.	.

TAULA II. Localització dels inventaris de la Taula I i característiques químiques de l'aigua superficial dels estanys estudiats (estiu 1987).
 Geographical situation of the inventories from Table I and chemical characteristics of surface waters in the studied lakes (summer 1987).

Núm. inventari	Estany	Comarca	Alcalinitat, µeq l ⁻¹	pH	Conductivitat, µS cm ⁻¹	Fòsfor total, µg-at l ⁻¹	Nitrats, µmol l ⁻¹	Calci, µg-at l ⁻¹
1	Anglós	Ribagorça	234	7.34	34.2	0.19	4.55	130
2	Travessany	Ribagorça	142	7.20	21.2	0.40	5.65	91
3	Varradós	Aran	650	7.48	78.2	0.16	5.36	331
4.7	Negre de Boí	Ribagorça	135	6.93	18.6	0.25	12.21	77
5	Coll de Toro	Aran	236	7.42	33.0	0.10	6.45	122
6	Truites	Aran	642	7.68	73.2	0.10	3.74	315
8	Bassa Xic	Ribagorça	273	7.25	32.9	0.32	11.56	149
9	Xic	Ribagorça	212	7.27	23.6	0.28	4.01	85
10	Pessó	Andorra	227	7.28	33.5	0.17	4.55	112
11	Llong	Ribagorça	220	7.17	19.3	0.19	9.59	79
12	Cabidornats	Aran	100	6.98	15.1	0.76	-	59

que tinguin composicions florístiques semblants (que no idèntiques) i provinguin de zones geogràfiques diferents, hom proposa el nom de *Ranunculo eradicati-Potametum alpini* nova ass. (inventari tipus 1, Taula I) per a designar aquestes comunitats pirinènques dominades per *Potamogeton alpinus* i *P. berchtoldii*.

El *Ranunculo eradicati-Potametum alpini* està molt relacionat amb l'associació *Potametum filiformis* W. Koch 1928 (= *Potametum alpini* Braun Blanquet 1919), descrita dels llacs alpins situats entre 2000 i 2200 m sm (KOCH, 1928; BRAUN BLANQUET, 1948b). La composició específica del *Potametum filiformis*, sintetitzada a OBERDORFER (1977), és dominada també per *Potamogeton alpinus* i per *P. berchtoldii*. Això no obstant, *Ranunculus trichophyllus* ssp. *eradicatus* no apareix, segons les dades bibliogràfiques, al *Potametum filiformis* alpí. A més, als Pirineus, és un tàxon que només rara vegada apareix a les comunitats dominades per *Isoetes* (dades inèdites dels autors) i pot ésser considerada una bona característica de l'associació. D'altra banda, espècies comunes al *Potametum filiformis* com són *Potamogeton filiformis*, *P. praelongus*, *P. perfoliatus*, *P. crispus*, *P. natans*, o *P. pectinatus* (BRAUN BLANQUET, 1948b; OBERDORFER, 1957, 1977) són espècies molt rares o inexistent als estanys pirinènques. De fet, llevat de *P. praelongus*, *P. perfoliatus* i *P. natans*, no han estat mai observades coexistent amb *Po-*

tamogeton alpinus i *P. berchtoldii* als Pirineus Catalans (dades inèdites dels autors). Una altra característica diferencial de l'associació pirinenca és la presència, en aquests inventaris, d'espècies de la classe *Littorelletea*.

Ecologia

Dins del context dels estanys pirinènques (CATALÁN, 1989), els llacs on es desenvolupa el *Ranunculo eradicati-Potametum alpini* tenen una càrrega iònica elevada (valors de conductivitat i de concentració de calci que doblen la mitjana dels estanys dels Pirineus catalans i la dels llacs on es desenvolupa l'associació d'*Isoetes* i *Sparganium angustifolium*; Taula III). El pH marcadament superior (Taula III) és resultat, en part, del major contingut en calci de l'aigua i, probablement també, de l'activitat fotosintètica del dens poblament vegetal durant el dia. L'estat tròfic dels estanys amb el *Ranunculo-Potametum alpini* és semblant a la mitjana dels estanys pirinènques (Taula III) i tampoc no és diferent de la dels llacs on es desenvolupa l'*Isoeto-Sparganietum angustifolii* (Taula III). La càrrega iònica de l'aigua, identificable per una sèrie de paràmetres com la conductivitat, l'alcalinitat o la concentració de calci sembla, doncs, determinant en el desenvolupament del *Ranunculo-Potametum alpini*.

TAULA III. Valors mitjans i rang de variació del pH, la conductivitat, la concentració de calci, el fòsfor total i la concentració de nitrats en l'aigua de molts llacs pirinènques seleccionats per CATALÁN (1989) i la seva comparació amb llacs on es desenvolupa el *Ranunculo-Potametum alpini* (n=11) (dades d'aquest treball) o l'*Isoeto-Sparganietum angustifolii* (n=19) (dades inèdites de J. Catalán i altres).

Mean values and variation ranks for pH, conductivity, calcium concentration, total phosphorus and nitrate concentration in the water from a great number of pyrenean lakes selected by CATALÁN (1989), compared with the values obtained in lakes where the *Ranunculo-Potametum* (n=11) or the *Isoeto-Sparganietum angustifolii* (n=19) develop (inedit data from J. Catalán et al.).

Paràmetres		Llacs pirinènques	<i>Ranunculo-Potametum</i>	<i>Isoeto-Sparganietum</i>
pH	mitjana	6.38	7.27	6.85
	rangs	5.47-7.45	6.93-7.68	6.42-7.33
Conductivitat	mitjana	17.8	34.8	16.0
$\mu\text{s cm}^{-1}$	rangs	4.4-38.8	15.1-78.2	5.5-26.0
Calci	mitjana	66.9	140.9	55.9
$\mu\text{g-at l}^{-1}$	rangs	8-165	59-331	11-118
Fòsfor total	mitjana	0.32	0.27	0.20
$\mu\text{g-at l}^{-1}$	rangs	0.10-0.98	0.10-0.76	0.05-0.75
Nitrats	mitjana	8.40	7.01	10.20
$\mu\text{mol l}^{-1}$	rangs	0.4-23.4	3.7-12.2	2.7-31.4

Tot i que generalment ocupen llacs diferents, l'*Isoeto-Sparganietum* i el *Ranunculo-Potametum* poden conviure en un mateix llac, segregats, però, espacialment, com passa a l'estany Xic. Aquest fet es posa de manifest també en observar els rangs de conductivitat, concentració de calci i pH de l'aigua dels estanys on es desenvolupen ambdues comunitats (Taula III). Les dues associacions se situarien en dos extrems de tot un continu de possibilitats i coincidirien amb els òptims de distribució d'*Isoetes lacustris* i *Sparganium angustifolium* (*Isoeto-Sparganietum*), i de *Potamogeton alpinus*, *P. berchtoldii* i *Ranunculus trichophyllus* ssp. *eradicatus* (*Ranunculo-Potametum alpini*). És possible que els factors històrics i altres d'ambientals, com ara les característiques del sediment, siguin també importants en determinar el creixement d'unes o altres espècies i, per tant, possibilitin l'existència d'una o altra comunitat.

AGRAÏMENTS

Aquest estudi ha estat finançat per una Ajuda a la Recerca de la Caixa de Barcelona («Avaluació del risc d'eutrofia i acidificació dels llacs del Pirineu»). Els altres components del grup, J. Catalán, Ll. Camarero, A. Palau i O. Delgado, van col·laborar en el mostreig i han realitzat les anàlisis químiques. Montserrat Comelles ha determinat els exemplars de *Nitella* gr. *opaca*. L'Institut d'Investigació d'Alta Muntanya (IIAM), dependent de la Universitat de Barcelona, ha estat la base de les distintes campanyes de mostreig.

BIBLIOGRAFIA

- BALLESTEROS, E. & GACIA, E. 1989. Els macrófits aquàtics dels estanys del Parc Nacional d'Aiguestortes i Sant Maurici. *La Investigació al Parc Nacional d'Aiguestortes i Estany de Sant Maurici*: 105-121. Generalitat de Catalunya.
- BALLESTEROS, E., GACIA, E. & CAMARERO, L. 1989. Composition, distribution and biomass of benthic macrophyte communities from lake Baciver, a Spanish alpine lake in the Central Pyrenees. *Annl. Limnol.*, 25(2): 177-184.
- BRAUN BLANQUET, J. 1948a. La végétation alpine des Pyrénées Orientales. *Comm. SIGMA*, 98: 1-306.
- BRAUN BLANQUET, J. 1948b. Übersicht der Pflanzengesellschaften rätiens (II). *Vegetatio*, 1: 129-146.
- CARRILLO, A. 1984. *Flora i vegetació de l'alta muntanya de les valls d'Espot i Boí*. Tesi Doctoral. Universitat de Barcelona.
- CATALÁN, J. 1987. *Limnologia de l'Estany Redó (Pirineu Central). El sistema pelàgic d'un llac profund d'alta muntanya*. Tesi Doctoral. Universitat de Barcelona.
- CATALÁN, J. 1989. Els estanys pirinencs. In: *Sistemes Naturals*: (J. Terradas, N. Prat, A. Escarré & R. Margalef, eds.): 384-395. *Història Natural dels Països Catalans*, 14. Enciclopèdia Catalana. Barcelona.
- CATALÁN, J., CAMARERO, Ll. & PALAU, A. 1989. Composició química de l'aigua dels estanys del Parc Nacional d'Aiguestortes i Estany de Sant Maurici. *La investigació al Parc Nacional d'Aiguestortes i Estany de Sant Maurici*: 93-103. Generalitat de Catalunya.
- CLAUSTRES, G. 1966. Les glumales des Pyrénées ariégeoises centrales. recherches d'écologie descriptive et d'écologie causale. *Botanica Rhedonica*, A(1): 1-493.
- HARTOG, C., DEN, 1981. Synecological classification of aquatic plant communities. *Coll. Phytos.*, 10: 171-182.
- HUTCHINSON, E.G. 1975. *A treatise on Limnology. III. Limnological Botany*. John Wiley. New York.
- KOCH, W. 1928. Die höhere Vegetation der subalpinen Seen und Moorgebiete des Val Piora (St. Gotthard Massiv). *Hydrol.*, 4: 131-175.
- OBERDORFER, E. 1957. *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*. Gustav Fischer. Jena.
- OBERDORFER, E. 1977. *Süddeutsche Pflanzengesellschaften. I*. Gustav Fisher. Stuttgart.
- VIGO, J. 1976. *L'alta muntanya catalana: flora i vegetació*. Montblanc Martin. Barcelona.