

# VEGETACION BRIOFITICA ACUATICA DEL RIO MUGA Y SUS AFLUENTES (GERONA).

Josep Peñuelas

Departament d'Ecologia. Facultar de Biologia. Universitat de Barcelona

Palabras Clave: Aquatic bryophytes, Muga river (Gerona)

## ABSTRACT

### AQUATIC BRYOPHYTIC VEGETATION OF THE RIVER MUGA AND ITS TRIBUTARIES (N.E. SPAIN).

The aquatic bryophytic vegetation of the river Muga has been studied. 47 stations were studied intensively and 27 species were found. Different parts of the river have characterized by their dominant bryophytes. No bryophytes were found after Figueres. They got their maximum growth in the little streams, on rocks, in shade areas, in clear water and with imporrant current.

## INTRODUCCION

La vegetación briofítica acuática de los cursos fluviales ha sido poco estudiada en los trabajos limnológicos, donde suele aparecer bajo el genérico nombre de "musgos y hepáticas". Entre los autores que la han estudiado cabe citar a Glime (1968) en algunos ríos americanos, a Bonnard & Michon (1981) en franceses, a Empain (1973) en belgas, a Muhle *et al.*, (1979) en centroeuropeos, a Watson (1919) y Merry *et al.*, (1981) en ingleses,...En España, Allorge (1947) estudió las comunidades acuáticas especialmente de la España húmeda, Vigón (1977) estudió las de algunos ríos asturianos y Gil y Varó (1981) estudiaron las de los torrentes de Sierra Nevada. El río Muga, situado en la vertiente sur de los Pirineos Orientales, a caballo entre la España húmeda y la mediterránea, de corta longitud y con una cuenca de características geológicas y humanas muy interesantes, constituye un magnífico marco de estudio.

Los briófitos acuáticos están presentes en aguas limpias, no excesivamente polucionadas, razón por la cual han sido estudiados como indicadores de la

calidad del agua en algunos trabajos (referencias en Peñuelas, 1983a). Sin embargo y hasta la fecha no se ha cuantificado ni explicado de manera definitiva su papel indicador.

Este trabajo estudia la vegetación briofítica acuática y semiacuática a lo largo del río y sus afluentes comentando las características físico-químicas del medio.

## AREA DE ESTUDIO

El río Muga nace en los Pirineos Orientales a aproximadamente 1200 metros de altura, tiene una longitud de 64 Kms. y drena una cuenca de 854 Km<sup>2</sup>. Recibe una aportación anual media de 177 Hm<sup>3</sup>. y su coeficiente de escorrentía es 0.285. En su parte alta circula por terrenos calcáreos a los que erosiona formando hermonas gargantas y debajo de los cuales se esconde un tramo considerable (2'2 Km.). En la zona media se encuentra el embalse de Boadella que introduce la regulación en su régimen. En la parte final entra en una llanura aluvial que atraviesa en línea recta hasta el mar. El perfil longitudinal es concavo y

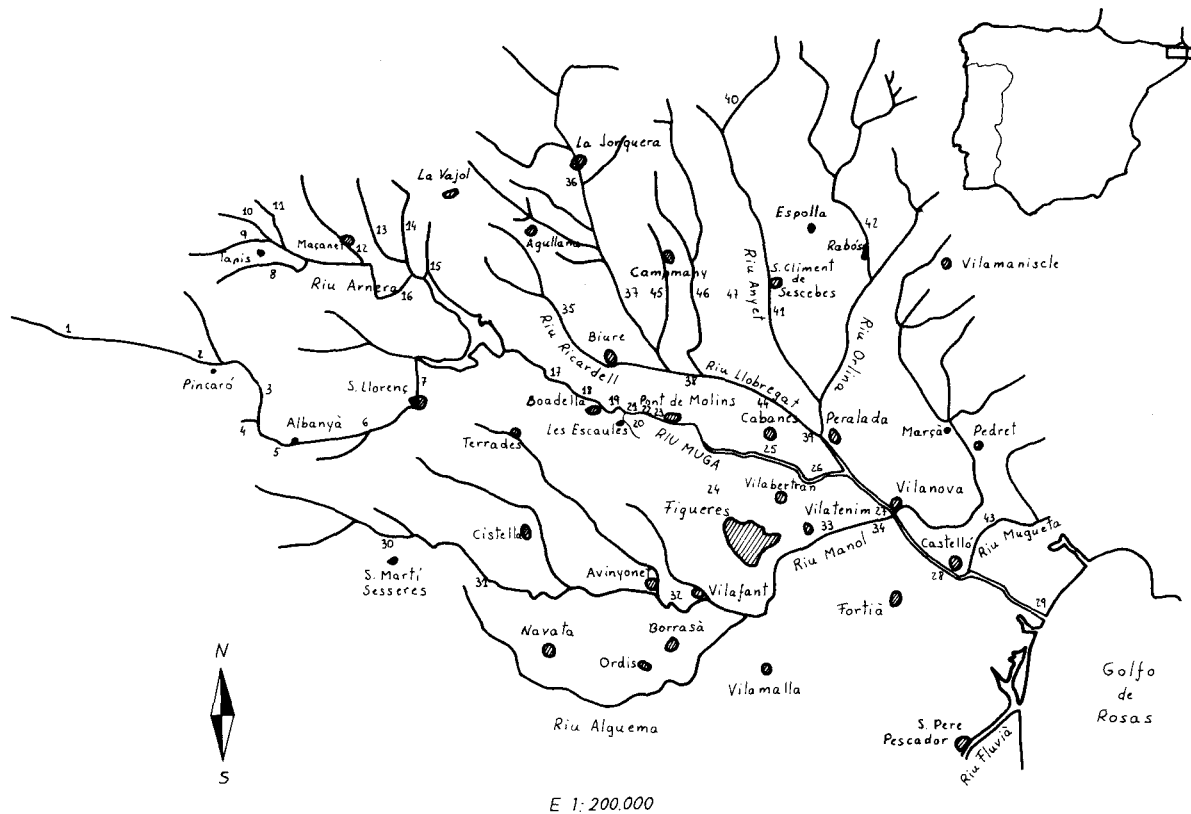


Figura 1 - Mapa de la cuenca del río Muga en el que se señalan los 47 punto de muestreo  
The river Muga catchment area showing the 47 sampling sites.

propio de un río bastante maduro. Su caudal, aunque escaso, es proporcionado a su corta longitud, y su irregularidad, aunque bastante elevada para ser un río pirenaico, es inferior a la de los mediterráneos propiamente dichos (Compte, 1963). La cuenca drenada presenta una litología diversa (Fig. 2), predominando los terrenos silíceos en la margen izquierda y los calcáreos en la derecha, una importante agricultura y ganadería, y una ciudad: Figueres (30.000 habitantes en 1980), que con sus aguas residuales condiciona en gran manera la calidad de las aguas río abajo. El clima es mediterráneo con una media de 600 mm. de precipitación al año en las partes media y baja. En la parte alta el clima se hace menos caluroso y más húmedo, con una precipitación media de 1000 mm.

## METODOLOGIA

Se muestrearon 47 estaciones escogidas con los siguientes criterios: puntos no demasiado distantes (no

más de 5 Km. en el río y algo más en los afluentes), puntos con características litológicas interesantes, puntos antes y después de los pueblos, pilares de puentes, presas, canales, saltos de agua, zonas lóxicas y zonas lénticas ..., es decir, se pretendió muestrear la gama de hábitats más variada posible.

Dichas estaciones se visitaron durante el curso 1982-83 de manera repetida. En cada ocasión se estudiaron de forma intensiva hasta que no aparecía ninguna nueva especie, y a cada una de las que se encontraba se le asignaba un coeficiente según la valoración siguiente: presencia, menos del 1% de la población briofítica presente en la estación de muestreo; 1.- 1-10%, 2.- 10-25%, 3.- 25-50%, 4.- 50-75%, 5.- 75-100%. En la nomenclatura de musgos se siguió a Casas (1981) y en la de hepáticas a Duell (1983).

Los datos físico-químicos del agua para las estaciones de Boadella, en el tramo medio del río, y Castelló en el final fueron proporcionados por la Comisaria de Aguas del Pirineo Oriental (M.O.P. 1983), y los geológicos de la cuenca por el Instituto

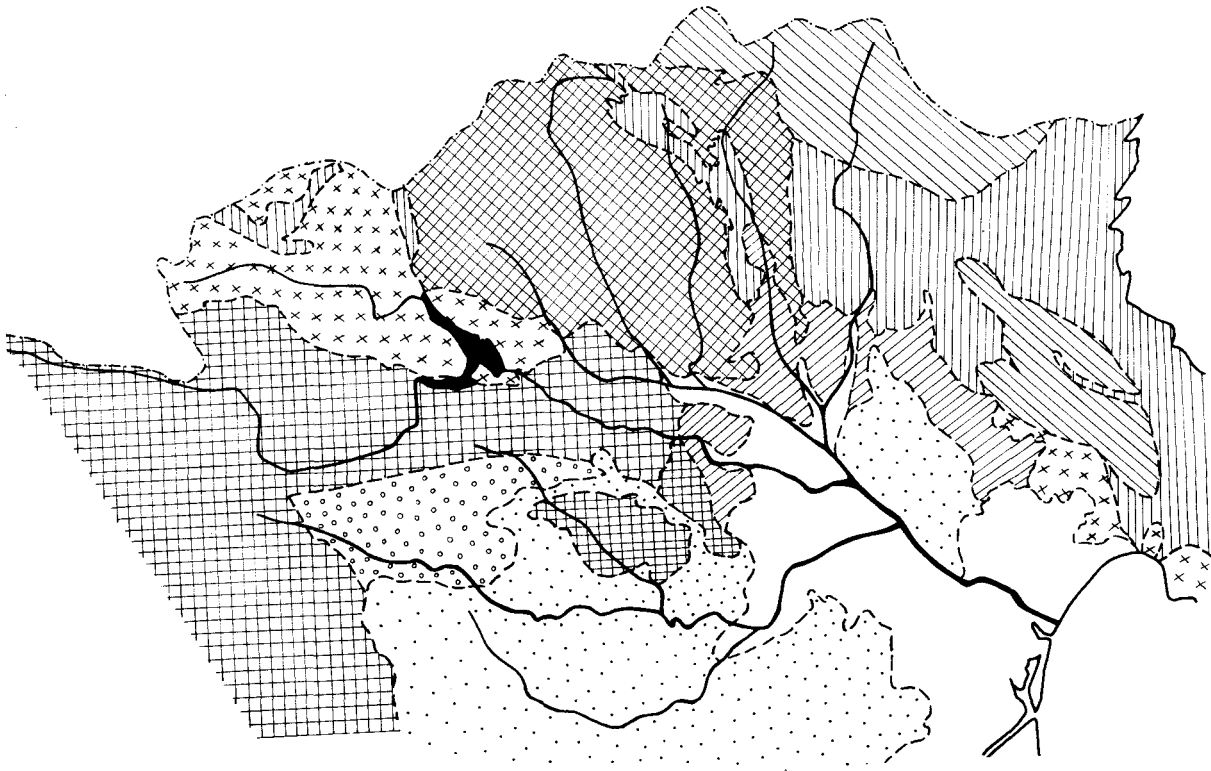


Figura 2 - Características litológicas de la cuenca Granito Granito calcoalcalino Esquistos Metamórficas Caliza Molosas Indiferenciado Limos Conglomerados, arcillas, arenas  
 The river Muga catchment area showing its lithology Granite Calcoalkaline granite Schists Metamorphic rocks Limestones Molasses undifferentiated rocks Conglomerates, miiidstones and sandstones

Geológico y Minero de España (1970)

## RESULTADOS

Los factores físico-químicos del agua (conductividad, pH, turbidez, K, Ca, Mg, HCO<sub>3</sub>, ...) varían gradualmente a medida que el río avanza (Tabla I). La mineralización y los factores que dependen de ella aumentan y la velocidad de la corriente disminuye. Lo más destacable de los datos de la tabla I, aparte de una alcalinidad considerable, es la importante contaminación orgánica en el último tramo (Castelló).

La tabla II muestra las especies encontradas en cada una de las estaciones. Los datos se refieren a las sumergidas. Algunas de las especies, que aparecen con una frecuencia baja, se hallaban junto al agua con un peso específico muy elevado. Este es el caso de *Pellia epiphylla*, *P. endiviifolia*, *Marchantia paleacea*, *Philonotis marchica*, *Philonotis fontana*, *Thamnobryum alopecurum* y *Conocephalum conicum*. Otras

especies semiacuáticas que se encontraron al borde del agua, y por tanto, sujetas a inmersión en las crecidas de caudal son: *Philonotis calcarea*, *Plagiomnium undulatum*, *Lunularia cruciata*, *Brachythecium rutabulum*, *Schistidium alpicola var. rivulare*, ... Parece interesante comparar las distribuciones longitudinales dentro del agua y junto al agua para estudiar el posible carácter regional o extrarregional de las mismas. En próximos trabajos se abordará esta cuestión detenidamente.

## DISCUSION

Se han encontrado briófitos acuáticos en cursos de todos los grados presentes en el sistema fluvial estudiado, aunque predominaban en los de grado menor, donde constituyen parte importante de la vegetación acuática. Se les puede asociar pues, con los canales de pequeña y mediana amplitud, más que con los de gran amplitud. Fueron encontrados preferente-

Tabla 1.- Características físico-químicas del agua en las esraciones de Boadella y Castelló  
River Muga water chemistry at the stations of Boadella and Castelló

	Boadella			Castelló		
	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima
Caudal m <sup>3</sup> /s.	0,56	1,95	0,1	0,68	2,1	0,3
Temperatura agua °C	13,36	21	7	15,36	21	6
Temperatura ambiente °C	19,63	28	12	17,54	26	8
Oxígeno disuelto mg/l	10,31	11,6	7,8	1,21	8,6	0,6
Oxígeno disuelto % sat	112,3	123,5	89,2	35,5	90,6	6,3
ph a 25 QC	7,6	8,05	6,8	7,4	7,85	7,1
Conductividad 25 °C S/cm	421	665	343	591	780	165
DQO mg/l	2,7	3,5	2,0	13,1	23,4	
DBO mg/l	2,9	2,6	0,6	11,8	29,6	2,8
Coliformes Col/100 cc	600	1000	200	79999	99999	60000
Cloruros mg Cl /l.	18,6	27	14,2	40,3	55,4	27
Sulfatos mg S04 /l	46,8	67,2	15,4	56,1	78,7	26,9
Silice mg SiO2/l.	6	6,4	5,6	11,8	14,8	14,8
Carbonatos mg CO <sub>3</sub> Ca/l	0	0	0	0	0	0
Bicarbonatos mg CO <sub>3</sub> Ca/l	194,6	253,8	163,5	251	363,6	120,8
Alcalinidad mg CO <sub>3</sub> Ca/l.	159,4	208	134	205,7	298	99
Fosfatos mg PO <sub>4</sub> /l.	0,07	0,1	0,05	4,5	14,2	1,14
Calcio mg Ca /l	65,8	77,8	56,2	74,4	100,2	43,3
Magnesio mg Mg /l	12,5	21	6,9	11,8	23,9	5,9
Amonio mg NH <sub>4</sub> /l	0	0	0	5,1	13,8	1,33
Nitritos mg N02 /l.	0,002	0,001	0,001	0,04	0,09	0
Nitratos mg NO <sub>3</sub> /l.	1,1	1,44	0,82	1,48	2,46	0,51

mente sobre substrato rocoso y algo menos sobre troncos sumergidos. Abundaban en las zonas con fuerte corriente, a poca profundidad, con aguas claras y riberas umbrías. Aparte de este comportamiento general, las distintas especies mostraban apetencias ecológicas diferentes, lo que permitió caracterizar los distintos tramos del río y sus afluentes por el briófito o briófitos dominantes. Así, se pueden distinguir las siguientes zonas briofíticas (Fig. 3):

— Zona de *Cinclidotus fontinaloides*. El río se esconde gran parte del año, quedando el lecho seco y recubierto de abundantes matas de dicho musgo, que resiste bien los largos periodos de emersión (Peñuelas, 1983b).

— Zona de *Barbula ehrendergii*. El río lleva agua todo el año. Este musgo de caracter eumediterráneo forma travertinos al quedar sus filidios recubiertos de CaCO<sub>3</sub> como consecuencia de su actividad fotosintética.

— Zona de *Rhychostegium riparioides*. El río Arnera y sus pequeños afluentes que transcurren por suelo granítico, con un cadual pequeño pero continuo.

— Zona de *Rhychostegium riparioides*, *Cinclidotus fontinaloides* y *Hygroamblystegium tenax*. Tramo medio del río. Es la comunidad de musgos más abundante, presentándose a menudo acompañada por *Cladophora glomerata*, alga filamentosa que acaba des-

plazándola en cuanto el agua se enriquece de nutrientes.

— Zona de *Fontinalis antipyretica*. Ríos Ricardell, Llobregat y Anyet, al transcurrir por terrenos graníticos calcoalcalinos. Abunda también *Rhychostegium riparioides*.

— Zona de *Fontinalis hypnoides*. Río Orlina en terrenos formados por esquistos y metamórficas.

— Zona de *Eurhynchium sp pl.* y *Didymodon tophaceus*. Parte alta del río Manol, sobre molasas y con un régimen irregular. En verano suelo secarse, de ahí que predominen estas especies semiacuáticas.

— Zona sin briófitos acuáticos. Parte baja del río a partir de Vilanova de la Muga. Parece que la razón de esta ausencia estriba en la contaminación orgánica del agua (Tabla I) con elevadas cantidades de DBO, NH<sub>4</sub> y fosfatos, puesto que las demás condiciones citadas de corriente, substrato rocoso y sombra se encuentran en algunos lugares de este último tramo.

Mención aparte merecen las estaciones 20 y 24, un salto de agua y un canal de riego respectivamente. El primero presenta una población briofítica típica de estos biotopos en terrenos calcáreos (Tabla 2) y el segundo, a pesar de tratarse de un medio muy uniforme, presenta una variada flora muscinal (Tabla



2), lo cual parece contradecir a Watez (1976).

En cuanto a la utilización de estos vegetales como indicadores de polución por su presencia o ausencia, o cuantificación de las mismas, cabe señalar que en el río Muga, en cuanto al agua recibe los vertidos agrícolas, ganaderos y urbanos de la plana aluvial, desaparecen los briófitos acuáticos.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Dra. Casas la ayuda prestada en la determinación de las especies.

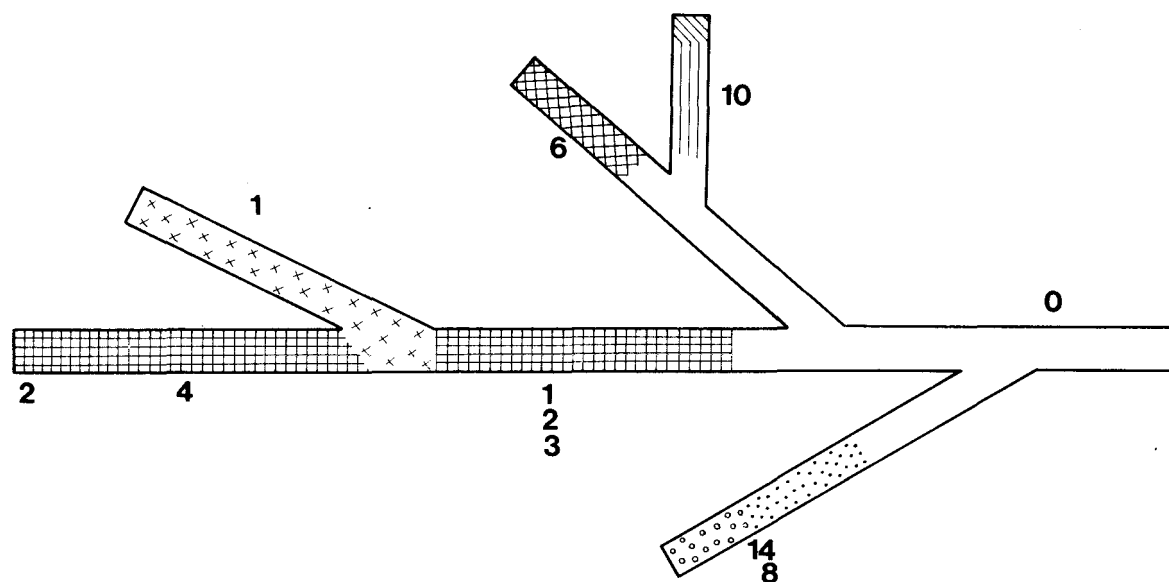


Figura 3 - Caracterización de los diferentes tramos del río por sus briófitos dominantes. Las cifras corresponden a las especies de la Tabla 2  
Characterization of the different parts of the river because of their dominant bryophytes. The numbers refer to those of the species in table II.

## BIBLIOGRAFIA

- Allorge, P. (1947). Essai de Bryogéographie de la Peninsule Iberique pp 53-61
- Bonnard, R. & Michon, A. (1981). Les groupements de Macrophytes aquatiques de la Loue Annals Limnol., 17 (2): 105-120
- Compte, A. (1963) El Alto Ampurdán Pirineos, 67-64 5-283
- Casas, C. (1981). The Mosses of Spain An annotated check-list Treballs de L'Institut Botanic de Barcelona, VII, 57 pp
- Duell, R. (1983). Distribution of the European and Macaronesian Liverworts (Hepaticophytina) Bryologische Beitrage 2 1-115
- Empain, A. (1973). La végétation bryophytique aquatique e: subaquatique de la Sambre belge; son déterminisme écologique et ses relations avec la pollution des eaux. Lejeunia 69, 58 pp
- Gil, J.A. & J. Varo (1981). Estudio Briosociológico de las comunidades reófilas de Sierra Nevada (España) Criptogamie (Bryologie Lichenologie) 2(4): 423-440
- Glime, J.M. (1968). Ecological Observations on some Bryophytes in Appalachian Mountain Streams. Castanea 33: 300-325
- Instituto Geológico y Minero de España (1979). Mapa Geológico nº 25, E 1 200000 Talleres del Servicio Geográfico del Ejército
- Merry, D.G.; F.M. Slater & P.F. Randerson (1981). The riparian and aquatic vegetation of the river Wye. Journal of Biogeography 8 313-327.
- Ministerio de Obras Públicas (1982). Análisis de la calidad de las aguas. Dirección General de Obras Hidráulicas
- Muhle, H.; M. Scherrer & S. Winkler (1979). Wassermoose in den Nebenflüssen der Donau um Ulm. Mitteilungen des Vereins für Naturwissenschaft und Mathematik Ulm, 30: 115-129
- Peñuelas, J. (1983a). Pigments of aquatic mosses of the river Muga (NE Spain) Their response to water quality. Lindbergia 10 127-132.
- Peñuelas, J. (1983b). Pigment and morphological response to emersion of some aquatic mosses. Journal of Bryology 13: 115-128
- Vigon, E. (1977). Estudio de la flora y vegetación muscinal acuática de la zona occidental asturiana. Tesis Universidad de Oviedo. 340 pp
- Watson, W. (1919). The Bryophytes and Lichens of Fresh Water. J. of Ecology 7 (1): 71-83.
- Watez, J.R. (1976) Les bryophytes aquatiques et subaquatiques, bioindicators de la pollution des eaux douces. In La pollution des eaux continentales ed. P. Pesson, Paris, pp. 173-182.