

OBSERVACIONES SOBRE EL PERIFITON DE MACROFITOS EN SISTEMAS LACUSTRES DEL NE DE ESPAÑA

Jaume CAMBRA

Dept. de Biologia Vegetal. Unitat de Botànica Sistemàtica i Geobotànica.
Fac. Biologia. Univ. Barcelona. Avda. Diagonal, 645. BARCELONA 08028.

Palabras clave: Autoecología, biocenosis, biomasa, biovolumen, epifítico, helófito, lacustre, lenítico, litología, macrófito, palustre, perifiton.

SUMMARY

PERIPHYTON ON MACROPHYTES IN SOME LAKES AND PONDS FROM NE OF SPAIN

Key words: Biomass, epiphytic, macrophyte.

This paper contains the results of a phycological research carried out on the epiphytic community of macrophytes in some lakes and ponds from NE of Spain (Fig. 1). The material for the investigations were collected in summer (sampling-stations 1,2,3,4,5), winter and spring (sampling-station 6) of 1986. The species composition (Tab. II) and also quantitative contribution of periphyton biomass of high mountain macrophytes (Tab. III) were determined. The 94 taxa of algae which were found, belonged to the majority of systematics groups. Among them a very important contribution of diatoms and green algae was noted.

On the basis of diagnostic features and analysis of similarity coefficients, the epiphytic communities were distributed in three groups (Fig. 3), according to the distinct limnological parameters of water. Most species seem to show a preference for water quality (e.g. particular sampling stations), with a lower influence of macrophyte host (no specificity for host species has been observed).

INTRODUCCION

En esta comunicación, presentamos los resultados de una primera aproximación al estudio de las comunidades del perifiton que se desarrollan sobre macrófitos acuáticos, en el litoral de sistemas lacustres. Hemos centrado el estudio en tres tipos regionales de sistemas: a) Pirenaicos de cubeta silícea; b) De baja altitud, sobre substrato calcáreo y c) Aguas temporales sobre substrato silíceo.

Con el objeto de tener un conocimiento preliminar de dichas comunidades algales, hemos determinado la composición en especies, la distribu-

ción algal sobre los distintos macrófitos y hemos cuantificado la biomasa del perifiton en los lagos pirenaicos.

MATERIAL Y METODOS

La elaboración del catálogo y las cuantificaciones de biomásas se han efectuado a partir de las muestras básicas. Entendemos como muestra básica la recolección total de áreas (0.25 m^2) homogéneas de vegetación del fondo del lago. A partir de cada planta del cuadrado muestreado, se obtenían fragmentos de epidermis de 2 cm^2 , a nivel de tallos y hojas. Las porciones de epidermis obtenidas eran estudiadas directamente bajo el microscopio, realizándose preparaciones permanentes con gelatina-glicerinada. El material así elaborado servía de base para realizar contajes de individuos en cuatro campos ($22 \mu\text{m}^2$) distintos de la preparación. Posteriormente, las estimas de densidad eran transformadas en biomásas o biovolúmenes (JOHANSSON, 1980).

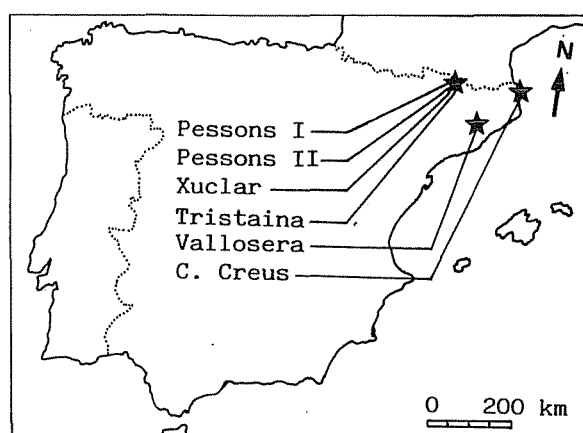


Fig. 1: Distribución de las localidades estudiadas.

Fig. 1: Distribution of sampling stations.

Se han prospectado seis localidades (Fig. 1), que pertenecen a grupos regionales distintos: 1,2,3,4 (Alta montaña); 5 (Baja altitud, de cubeta calcárea) y 6 (Sistemas temporales), que fueron muestradas en las fechas siguientes: 4-10/VIII (1,2,3,4); 12/VI, 19/VIII (5) y 16/II, 29/V (6) durante el año 1986.

Paralelamente a la recolección de muestras biocenóticas, se han obtenido los siguientes parámetros físico-químicos del agua: pH (pH-metro CRISON 506), temperatura (con un termómetro de alcohol), conductividad (conductímetro CRISON 523) y alcalinidad. Este último parámetro se obtuvo en el laboratorio, por valoración con ácido sulfúrico (0.02 N) y un indicador mixto (ROS, 1978).

RESULTADOS

Las aguas epicontinentales estudiadas pertenecen a grupos limnológicos distintos. Las variaciones de los parámetros medidos se hallan representados en la Tabla I. El primer grupo de localidades (1-4), corresponde a los lagos pirenaicos. Este tipo de sistemas se caracterizan

por su pobreza en nutrientes, con pH cercanos a la neutralidad (7.2-7.6). Las alcalinidades fueron bajas, con valores entre 0.18-0.50 meq/l. La conductividad osciló alrededor de los 28.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ como valor medio, lo cual indica una baja mineralización de estas aguas.

Por el contrario, en la localidad 5 (Vallosera), la reserva alcalina fué elevada, hecho que atribuimos a la naturaleza calcárea del substrato. Los valores de alcalinidad estimados son los más altos de la serie (2.60-4.50 meq/l). Los pH eran ligeramente básicos, aunque se mantuvieron cerca de valores neutros. Las conductividades fueron elevadas, oscilando entre 1082.0-1412.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

En la localidad 6 (cabo de Creus), registramos variaciones notables de pH (6.5-7.5). El carácter temporal de estas aguas y la baja reserva alcalina (litología de tipo silíceo), conllevan un poder tamponador reducido. Estos factores determinan las fluctuaciones del pH. Paralelamente, éste parámetro está notablemente influenciado por los procesos de producción y descomposición que generan las biocenosis del sistema (TOMAS et al., 1987). Las conductividades fueron elevadas, debido a la proximidad del mar y a la evaporación del agua. La alcalinidad fué relativamente baja, oscilando entre 0.97-1.70 meq/l.

Tabla I: Valores de los parámetros físico-químicos del agua.
Table I: Limnological parameters values.

Localidad Station	Fecha Date	Temperatura (°C)	Conductividad $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$	pH	Alcalinidad $\text{meq}.\text{l}^{-1}$
1. Pessons I	040886	10.0	29.0	7.6	0.20
2. Pessons II	050886	8.5	34.0	7.6	0.50
3. Xuclar	070886	15.7	31.2	7.2	0.18
4. Tristaina	120886	10.2	21.1	7.3	0.31
5. Vallosera	120686	19.3	1082.0	7.5	4.50
5. Vallosera	190886	24.9	1412.6	7.8	2.60
6. C. Creus	120286	7.5	1570.0	6.5	1.70
6. C. Creus	290586	14.2	649.0	7.5	0.97

Los lagos pirenaicos son pobres en macrófitos y vegetación helofítica en general, si los comparamos con la gran diversificación vegetal que existe en los lagos de Europa central. A pesar de esta pobreza en especies, podemos encontrar praderas importantes de plantas acuáticas, que crecen en las orillas poco profundas y con suficiente cantidad de sedimento para poder enraizar. El Isoeto-Sparganietum borderei ocupa estas zonas, generalmente entre 0.5-1.5 m de profundidad (loc. 1,2,4). En zonas marginales del mismo ambiente, hemos observado desarrollos masivos de Ranunculus aquatilis (loc. 1,3). En la franja más somera, crece una comunidad de helófitos, dominada por Carex rostrata, que constituye el Caricetum rostrato-vesicariae, formando poblaciones casi uniespecíficas (loc. 1,2,4).

En Vallosera (loc. 5), predominan las comunidades helofíticas de la clase Phragmitetea, con Phragmites australis y Typha angustifolia. Dentro del agua, las poblaciones de macrófitos están constituidas por

Potamogeton nodosus, P. pusillum, Utricularia vulgaris y, en zonas más profundas, Chara vulgaris.

En el cabo de Creus (loc. 6), debido al carácter temporal de los sistemas acuáticos de ésta región, no existe una vegetación palustre diferenciada. No obstante, en lagunas semipermanentes se desarrollan poblaciones notables de Phragmites australis. En las orillas de cuerpos de agua más pequeños aparece Typha angustifolia y, sumergidos, Callitriche sp, Ceratophyllum demersum, Fontinalis hydroides y, ocasionalmente, Ranunculus fluitans.

El registro florístico que presentamos cuenta con 94 taxones de algas, un briófito y 10 espermatófitos (Tab. II). Las especies que son novedad florística en base a los catálogos preexistentes han sido señaladas (* Nuevas para Cataluña; ** Nuevas para España).

La cantidad de especies algales epifíticas presenta diferencias, con respecto a las distintas plantas acuáticas consideradas (Tab. II). En los macrófitos de Pirineo, el número absoluto de algas epifíticas es bastante bajo (n=14). Por el contrario, en sistemas temporales (loc. 6), la cantidad de epífitos es superior (n=59).

En la estructura espacial de las comunidades del perifiton examinadas, se observan dos estratos bien diferenciados. Uno es basal o incrustante y el otro es más o menos erecto.

El estrato incrustante está formado por especies colonizadoras, generalmente de tipo reptante (p.ej. Aphanochaete repens, Coleochaete scutata var. minor, Epibolium dermaticola, Lyngbya perelegans, Protoderma viride) o células que se aplican directamente al substrato (p.ej. Cocconeis placentula, Epithemia sorex, E. turgida, E. zebra, Synedra ulna, Xenococcus minimus).

El segundo estrato es erecto y está constituido por algas filamentosas (p.ej. Bulbochaete mirabilis, Chaetophora elegans, Draparnaldia plumosa, Oedogonium, Rhizoclonium hieroglyphicum, Rivularia beccariana, Tolypothrix distorta, Tribonema, Vaucheria sessilis) o que generan pedúnculos de fijación consistentes (p.ej. Achnanthes minutissima, Cymbella cistula, Gomphonema acuminatum, G. angustatum, G. constrictum, Meridion circulare). Si el crecimiento de este segundo estrato es importante (loc. 6), puede llegar a desprenderse del substrato y flotar libremente.

Puede distinguirse aún un tercer subgrupo de especies, formado por algas unicelulares o coloniales (p.ej. Chroococcus minutus, C. turgidus, Closterium, Cosmarium, Diatoma vulgare, Eunotia pectinalis, Melosira varians, Pediastrum boryanum, Peridinium cinctum, Scenedesmus sp. pl, Trachelomonas hispida var. crenulatocollis), que crecen entre las algas filamentosas (Oedogonium, Rhizoclonium, Vaucheria).

Los grupos de especies descritos pueden venir acompañados, en algunas ocasiones (loc. 1,5,6), por grandes masas de Spirogyra.

A fin de sintetizar la información sobre la distribución de especies alga/macrófito, se ha representado para cada vegetal la dominancia relativa de cianofíceas, diatomeas y clorofíceas, en porcentajes. A partir de los histogramas obtenidos (Fig. 2), se deduce que no existe un grupo determinado de algas dominante, si bien se registra un ligero predominio de diatomeas y clorofíceas.

Se ha calculado el coeficiente de similitud entre las algas del perifiton de los distintos macrófitos. El índice empleado ha sido el de SØRENSEN (ODUM, 1971):

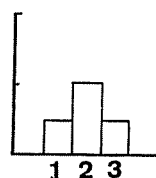
$$S_{jk} = (2n_{jk} / (n_j + n_k)) \times 100$$

Tab. II: Catálogo de las algas del perifiton sobre macrófitos.
Tab. II: Check-list of periphytonic algae on macrophytes.

[illegible]

Tab. II (cont.)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
* <i>Oedogonium gunnii</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Pediastrum boryanum</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Protoderma viride</i>	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Scenedesmus ecornis</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Scenedesmus microspina</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Scenedesmus quadrispina</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
* <i>Sirogonium sticticum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Spirogyra fennica</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
** <i>Spirogyra fritschiana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Spirogyra majuscula</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Spirogyra tenuissima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Spirogyra</i> sp	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Spondylosium pulchellum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Staurostrum punctulatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+
<i>Stigeoclonium tenue</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
** <i>Ulothrix idiospora</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.

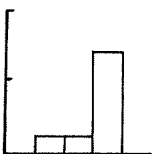
Carex
rostrata



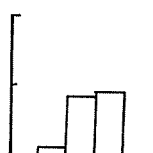
Potamogeton
nodosus



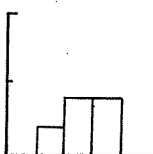
Sparganium
affine



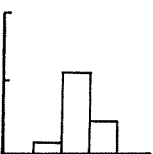
Ceratophyllum
demersum



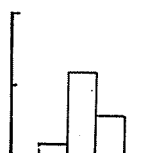
Potamogeton
pusillum



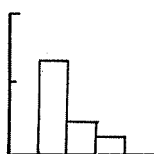
Typha
angustifolia



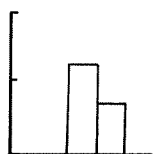
Fontinalis
hydroides



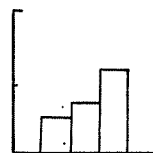
Ranunculus
aquatilis



Utricularia
vulgaris



Phragmites
australis



Ranunculus
fluitans

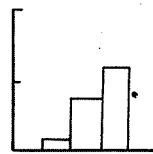


Fig. 2: Porcentaje de algas epifíticas sobre macrófitos.
Fig. 2: Percentage values of epiphytic algae on macrophytes.
(1: Cyanophyceae; 2: Bacillariophyceae; 3: Chlorophyceae)

Los resultados de éstos cálculos (Fig. 3), se han ordenado en el espacio (BRAY & CURTIS, 1957), observándose una clara diferenciación entre los ambientes muestrados.

- 1: *Sparganium affine*
- 2: *Carex rostrata*
- 3: *Ranunculus aquatilis*
- 4: *Fontinalis hydroides*
- 5: *Typha angustifolia*
- 6: *Ceratophyllum demersum*
- 7: *Ranunculus fluitans*
- 8: *Phragmites australis*
- 9: *Potamogeton nodosus*
- 10: *Potamogeton pusillum*
- 11: *Utricularia vulgaris*

- A: Lagos Pirenaicos
B: Vallosera
C: Cabo de Creus

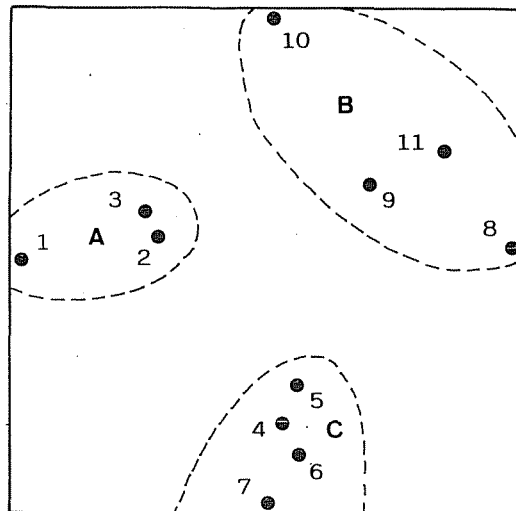


Fig. 3: Ordenación de los macrófitos a partir de la similitud de las especies epifíticas.

Fig. 3: Comparative ordination of macrophytes after similarity between epiphytic algae species.

Por lo que se refiere a la biomasa del perifiton (Tab. III), en *Ranunculus aquatilis* la especie epifítica dominante es *Cocconeis placentula*, con biomasa que alcanzan los 3131.0 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ en los tallos. Por el contrario, en las hojas, los valores descienden ligeramente (1373.0–2595.1 $\mu\text{g}/\text{m}^2$). *Protoderma viride*, en cambio, parece tener una mayor afinidad por las hojas. Particularmente, encontramos biomasa superiores en la base de las mismas (280.2 $\mu\text{g}/\text{m}^2$). *Synedra ulna* tiene un comportamiento más irregular, con biomasa que oscilan entre 0–7194.2 $\mu\text{g}/\text{m}^2$. Esta gran variación nos parece atribuible al epifitismo ocasional de esta especie.

En *Sparganium affine*, los tallos carecen de epífitos. En cambio las hojas están densamente recubiertas por una clorococal indeterminada, con biomasa entre 1100.0–7142.8 $\mu\text{g}/\text{m}^2$. *Protoderma viride*, de modo análogo al observado en *Ranunculus*, manifiesta preferencia por la parte basal de las hojas de *Sparganium*, con biomasa que alcanzan los 298 $\mu\text{g}/\text{m}^2$.

Sobre *Carex rostrata*, los epífitos son escasos y tan solo *Cocconeis placentula* presenta biomasa destacables, en el ápice foliar (292.2 $\mu\text{g}/\text{m}^2$). Destacamos, sin embargo, la biomasa estimada de *Achnanthes minutissima*, respecto a los valores que se tienen de ésta especie en otros macrófitos (Tab. III). *Achnanthes* es muy abundante en el envés de la hoja de *Carex*, en la cual, la planta, tiene numerosos nódulos, más o menos prominentes, entre los cuales se hace difícil el crecimiento para las otras dos especies competidoras (*Cocconeis* y *Protoderma*). *Achnanthes minutissima*, debido a su menor tamaño, aprovecha mejor los intersticios libres que dejan los nódulos. Por el contrario, en la haz de la misma hoja, la biomasa de *Achnanthes* es inapreciable y las especies dominantes son *Cocconeis placentula* y *Protoderma viride*.

Tab. III: Biomasa media (n=35-45) del perifiton en lagos de alta montaña.
 Tab. III: Mean (n= 35-45) of periphyton biomass in high mountain lakes.

Fecha/Date: 4-10/08/1986			
Localidades/Stations:	1,3	1,2,3	1,2,4
Macrófito/Macrophyte: ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$)	Sparganium affine	Ranunculus aquatilis	Carex rostrata
Achnanthes minutissima	0.1	13.1	179.2
"Clorococal indeterminada"	3680.5	.	.
Ceratoneis arcus	.	0.1	.
Cocconeis placentula	.	2160.0	156.9
Cymbella cistula	.	0.1	.
Glaucocystis nostochinearum	0.1	.	.
Gomphonema acuminatum	160.3	.	.
Gomphonema sp pl	0.1	.	.
Lyngbya perelegans	0.1	0.1	.
Oedogonium sp 5 μm $\emptyset$	81.8	.	.
Protoderma viride	149.3	89.3	219.5
Spondylosium pulchellum	347.4	.	.
Synedra ulna	.	7194.2	.
Xenococcus minimus	.	8.4	.

DISCUSION

La colonización de un substrato vegetal depende de su morfología (densidad de ramificación; número, disposición y forma de las hojas), del microrelieve de la superficie vegetal, así como del tiempo que ha permanecido sumergido y el ritmo de crecimiento vegetativo de la planta.

La distribución de especies algales observada, sobre los distintos macrófitos, se corresponde con los grupos regionales de lagos, sin depender del macrófito sobre el cual se desarrollen. Esta apreciación parece indicar que no existen especies epifíticas que crezcan sobre determinados macrófitos, sino que las algas se fijan sobre un vegetal acuático de manera circunstancial.

HUTCHINSON (1975), en una revisión de diversos trabajos relativos al estudio del perifiton de macrófitos, concluye en que hay una baja especificidad de las especies algales con respecto a los macrófitos que epifitan. EMINSON & MOSS (1980) coinciden, en parte, con ésta afirmación, en particular cuando se trata de sistemas ricos en nutrientes. No obstante, los mismos autores señalan un cierto grado de especificidad cuando el medio es pobre en nutrientes. Se sabe que algunos macrófitos transfieren una pequeña fracción de nutrientes u otras sustancias al exterior, que pueden ser asimiladas por los epífitos que los recubren (CATTANEO & KALF, 1979). Esta interacción explicaría ciertas afinidades (en medios oligotróficos) de las algas por macrófitos determinados. En este caso, la biología del macrófito tendría un papel preponderante con

respecto a las condiciones del medio. La distribución de especies epifíticas/macrófito observada en nuestra investigación seguiría un modelo similar al apuntado por HUTCHINSON, aunque sería necesario ampliar su estudio en el espacio y en el tiempo, a fin de precisar mejor si existe algún grado de especificidad de las algas por los diversos macrófitos de sistemas oligotróficos.

Por otra parte, la ordenación vertical de epífitos sobre un mismo macrófito es un tanto irregular. En Sparganium affine, los tallos no estaban epifitados, mientras que sus hojas se encontraban densamente recubiertas por una clorococal y Protoderma viride. En Carex rostrata, se observa una clara diferencia entre los epífitos de la haz y del envés. Esta particular disposición de los epífitos se puede atribuir a la estructura arquitectónica de cada planta y a las características biológicas de su epidermis. Algunos macrófitos y ciertas algas filamentosas (zignematáceas), tienen muy pocos epífitos, ya que poseen mecanismos (p.ej. membranas gelatinosas), que dificultan la fijación de organismos sobre su superficie (EMINSON & MOSS, 1980; MARGALEF, 1983).

En resumen, se puede concluir que nuestros resultados se ajustan, en principio, a otras distribuciones conocidas en lagos septentrionales. Sin embargo, es preciso incrementar los datos sobre la autoecología, producción y ciclo anual de las comunidades del perifiton de macrófitos, en nuestras latitudes.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Xavier LLIMONA, por sus orientaciones y revisión del presente trabajo. A I.A. Pereira y M.M. Sanz, por su inestimable ayuda en la recolección de muestras.

BIBLIOGRAFIA

- BRAY, J.R. & T. CURTIS 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. Ecol. Monogr., 27: 325-349
- CATTANEO, A. & J. KALFF 1979. Primary production of algae growing on natural and artificial aquatic plants: A study between epiphytes and their substrate. Limnol. Oceanogr., 24 (6): 1031-1037
- EMINSON, D. & B. MOSS 1980. The composition and ecology of periphyton communities in freshwaters I. The influence of host type and external environment on community composition. Br. Phycol. J., 15: 429-446
- HUTCHINSON, G.E. 1975. A Treatise on Limnology, III. Limnological Botany. Wiley Ed. New York. 660 pp.
- JOHANSSON, C. 1980. Attached algal vegetation in two stony streams in NW Jämtland, Sweden. Midd. Vaxtbl. Inst., 1: 1-15
- MARGALEF, R. 1983. Limnología. Omega Ed. Barcelona. 1010 pp.
- ODUM, E.P. 1971. Fundamentals of Ecology. W.B. Saunders Comp. Ed. Philadelphia. London. Toronto. 574 pp.
- ROS, J. 1978. Prácticas de Ecología. Omega Ed. Barcelona. 181 pp.
- TOMAS, X.; CAMBRA, J. & S. SABATER 1987. Comunidades algales del cabo de Creus (entre 0 y 100 m de altitud) y su relación con el ambiente. Limnética, 3. (en prensa)