

APORTACIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA INFLUENCIA DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL EN *FUCUS VESICULOSUS* Y *FUCUS SPIRALIS* EN EL N.O. DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

M. C. LÓPEZ RODRÍGUEZ & J. L. PÉREZ-CIRERA

Departamento de Biología Vegetal, Facultad de Biología, Universidad de Santiago de Compostela. 15071 Santiago de Compostela (La Coruña). España.

RESUMEN: Se ha estudiado el efecto de la contaminación industrial que proviene de una fábrica de papel en la vegetación bentónica de las costas gallegas. Para ello se han seleccionado las comunidades de *Fucus vesiculosus* L. y *Fucus spiralis* L. de dos localidades (una situada en las cercanías del colector de la fábrica de papel de la ría de Pontevedra y la otra, no contaminada, en la ría de Muros-Noia), con el fin de comparar el efecto de dicha contaminación. Se observa que la comunidad de *F. vesiculosus* es la más afectada, apreciándose en ella un incremento de clorófitos y cianófitos. Además, en la localidad contaminada, el epifitismo y riqueza específica es mayor.

Palabras clave: *Fucus vesiculosus*, *Fucus spiralis*, contaminación, comunidades, Galicia, Península Ibérica.

SUMMARY: We study the effects of industrial pollution (originating from a pulp mill) on the benthic vegetation of the coast of Galicia (N.W. Iberian Peninsula). Communities of *Fucus vesiculosus* L. and *Fucus spiralis* L. were studied in two areas: one close to the waste outlet of a pulp mill in the ria of Pontevedra, the other in an unpolluted area of the ria of Muros-Noia. The *F. vesiculosus* community was the most severely affected, with a clear increase in chlorophytes and cyanophytes. In addition, both the incidence of epiphytism and species richness were higher in the polluted area.

Keywords: *Fucus vesiculosus*, *Fucus spiralis*, pollution, communities, Galicia, Iberian Peninsula.

INTRODUCCIÓN

Diversos estudios han puesto en evidencia las alteraciones del medio físico y biológico en la ría de Pontevedra, debido a la presencia de materia orgánica, metales pesados, organoclorados, ligninas y ácidos procedentes del vertido industrial del complejo Ence-Elnosa, que fabrica pasta de papel y cloro-sosa (ESCORP-Fase I, 1980; MORA *et al.* 1989).

Entre otras consecuencias, el enriquecimiento orgánico ha conducido a la explosión demográfica y dominancia de ciertas especies oportunistas indicadoras, siendo normales también descensos en la biomasa si la contaminación es considerable.

Los niveles de diversidad de las poblaciones no son siempre resultado de un efecto directo de la contaminación sobre la flora, sino que su reducción puede deberse también a la acción de los parámetros ambientales.

El presente trabajo pretende un estudio del impacto de la contaminación industrial sobre la estructura de las comunidades bentónicas algales. Para ello hemos seleccionado las comunidades de *Fucus vesiculosus* y *Fucus spiralis*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han seleccionado dos localidades, la de Punta Placeres, en la ría de Pontevedra, en cuyas cercanías se localiza el complejo industrial citado, y una localidad control, Punta Caballo, en la ría de Muros-Noia, sometidas ambas a condiciones ambientales análogas.

Las comunidades escogidas, dentro de las fucáceas, son las más abundantes en ambas localidades, a diferencia de lo observado por Niell en los años 70, en que además de *F. vesiculosus* y *F. spiralis* abundaban *Pelvetia canaliculata* y *Ascophyllum nodosum* (NIELL & BUELA, 1975),

Se ha realizado un seguimiento mensual de las comunidades durante un año, desde mayo de 1989 hasta mayo de 1990.

Las muestras se tomaron a lo largo de transectos, mediante cuadrículas de 400 cm². Fueron anotados para cada inventario, características fitosociológicas de acuerdo con los valores de BRAUN-BLANQUET (1979).

La diversidad específica fue medida según el índice de Margalef (adaptado del de Shannon-Wiener) para el conjunto de comunidades de *Fucus* spp.

La biomasa se halló mediante el peso seco de las muestras, obtenido por incineración en estufa a 110-115°C durante 24 horas, y expresado en gramos de materia seca por metro cuadrado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este trabajo se considera el efecto de los vertidos industriales en los parámetros cuantitativos y cualitativos de las comunidades de *Fucus vesiculosus* (Tabla I y III) y *F. spiralis* (Tabla II y IV).

Entre las comunidades inventariadas de *Fucus vesiculosus*, se han recogido 42 especies algales en Punta Caballo, de las cuales 12 se presentan en una sola ocasión y con un recubrimiento menor del 1%. En Punta Placeres dichas comunidades incluyen 87 especies, de las cuales 26 se presentan una sola vez.

Entre las comunidades de *Fucus spiralis*, se han recogido en P. Caballo, 26 especies algales, de las que 11 se presentan en una ocasión. En P. Placeres, se encontraron 49 especies, siendo 20 las presentes en menos del 1%.

La riqueza específica (Tabla V) de clorófitas y cianófitas en P. Placeres casi duplican las de P. Caballo, para las dos comunidades. Existe un gran número de clorófitas y cianófitas que se presentan fijas al sustrato rocoso, o bien como epifitas de *Fucus* spp. Puesto que el grupo de clorófitas y el de cianófitas dominan cualitativamente en P. Placeres, de ahí que el conjunto de epifitos (Tabla V) esté ampliamente representado en dicha localidad. Esto explica la elevada dominancia cualitativa (Tabla V) de epifitos encontrada en P. Placeres. KANGAS *et al.* (1982) han observado que un gran incremento de las cantidades de algas epifitas sobre *Fucus vesiculosus* reduce el crecimiento y vitalidad a través de la competición por la luz y los nutrientes; el incremento de la carga de epifitos, activa el desprendimiento de los individuos más viejos por acción del oleaje. ROSEMARÍN *et al.* (1985) ha encontrado que las algas verdes en las costas de Suecia no eran afectadas negativamente, sino incluso estimuladas, por los desagües industriales conteniendo clorados. También TEWARI (1988) encuentra en las costas de la India que las algas verdes se ven estimuladas por aguas residuales químicas procedentes de una fábrica de cloro-sosa; en concreto observa que *Ulva lactuca* y *Rhizoclonium kochianum* son especies resistentes. BOROWITZKA (1972), en un trabajo realizado en las costas australianas, observa que la habilidad de *Ulva* y *Enteromorpha* para sobrevivir en áreas contaminadas, es debido a su gran capacidad reproductora y a la rápida tasa de crecimiento.

La riqueza específica de rodófitas es mayor en P. Caballo para la comunidad de *F. vesiculosus*. En la comunidad de *F. spiralis*, estos valores son semejantes para ambas localidades, y bajos. Estos resultados están en contradicción con los obtenidos por BELSHER (1984) para la costa francesa, en las cercanías del gran colector de Marsella pero están en concordancia con los obtenidos por BOROWITZKA (1982) pues observa una reducción evidente de las rodófitas. También LINDGREN (1975) concluye a partir de los resultados obtenidos en su trabajo en las costas finlandesas que la disminución de algas rojas es un buen indicador del aumento de eutrofización; eso es debido a que las rodófitas son las más sensibles al decrecimiento de la transparencia, a las partículas orgánicas suspendidas y al incremento de la sedimentación, hecho evidente en P. Placeres donde se observa en la mayoría de las algas, una fina deposición de fango, sobre todo en marea baja. DEN HARTOG (1959) indica en su descripción de las comunidades de *F. spiralis*, que la aparición de un depósito de fango, retarda el crecimiento de algas rojas incrustantes, pero refuerza, al menos en verano, el desarrollo de las cianofíceas.

En cuanto a los valores de las biomásas (Tabla V), los obtenidos para *F. spiralis* en P. Caballo y en P. Placeres son semejantes. Los valores encontrados por NIELL *et al.* (1975) concuerdan más o menos con los obtenidos por nosotros; sin embargo, al compa-

TABLA 1

<i>Fucetum vesiculosi</i>													
Inventario n°	54	75	94	116	132	154	172	190	205	225	244	253	265
Fecha	2105	2006	2007	1908	1609	1510	1411	2612	1401	1002	2503	2604	2505
Inclinación/Orientación	70°O	0°S	85°SE	30°S	10°N	0°O	80°O	0°O	90°NO	80°S	40°S	0°O	70°SE
Especies características:													
<i>Fucus vesiculosus</i>	4.4	4.4	4.3	4.4	4.4	5.5	3.2	3.3	3.3	3.3	4.3	5.5	4.4
<i>Elachista fucicola</i>	+1e	+1e	+1e	+1e	+1e	+1e	+1e	+1e	+1e	.	+1e	+1e	.
Subvegetación:													
<i>Enteromorpha prolifera</i>	2.2e	2.2	+1e	+1	1.1e	2.2e	1.1	+1	+1e	2.2e	1.1e	.	2.2e
<i>Enteromorpha ramulosa</i>	1.1	+1	+1	+1	+1	+1	.	.	1.1	1.1	.	.	+1
<i>Mastocarpus stellatus</i>	1.1	+1	2.2	1.1	1.1	2.2	2.2	2.2	+1	.	.	.	.
<i>Gelidium pusillum</i>	+1	+1	1.1	+1	1.1	2.2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pyraliella littoralis</i>	+1e	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhizoclonium riparium</i>	+1	+1	+1	+1	2.2	+1	1.1	.	+1	+1	+1	.	+1
<i>Gelidium pusillum</i> var. <i>pulvinatum</i>	1.1	.	1.1e	.	.	2.2	1.1	2.2	3.3	2.2	2.2	1.1	.
<i>Ullothrix subflaccida</i>	.	.	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ulva rotundata</i>	+1	.	+1	+1	+1e	+1e	.	.	.	+1	+1e	.	+1
<i>Ulva</i> sp.	+1	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	.	+1e	+1	+1e	+1e	+1	+1	.	.	+1	1.1e	.	.
Introgresivas del nivel superior:													
<i>Ascophyllum nodosum</i>	+1	.	.	.	.	.	.	+1	+1	1.1	.	.	.
<i>Blidingia minima</i>	+1	+1	+1	+1	+1	.	.	.	+1	.	+1	.	.
<i>Catenella caespitosa</i>	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hildenbrandia prototypus</i>	.	.	.	.	+1	.	.	.	+1	.	.	.	.
<i>Fucus spiralis</i>	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Introgresivas del nivel inferior:													
<i>Gymnogongrus griffithsiae</i>	+1	+1	+1	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cladophora hutchinsiae</i>	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chaetomorpha</i> sp.	+1	+1	.	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	+1
<i>Laurencia pinnatifida</i>	.	.	1.1	.	+1	.	.	.	+1	.	.	.	.
<i>Cystoseira tamariscifolia</i>	.	.	.	.	+1	.	2.2	.	.	.	.	.	.
<i>Cladophora</i> sp.	+1	+1	+1	+1	+1e	.	+1	.	+1	+1	1.1e	1.1	2.2
<i>Dictyota dichotoma</i>	.	+1	1.1	+1	+1	.	1.1	.	.	.	.	+1e	.
<i>Cladophora rupestris</i>	.	+1	1.1	+1	+1e	+1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anotrichium furcellatum</i>	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.
<i>Polysiphonia nigrescens</i>	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Grateloupia dichotoma</i>	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Grateloupia filicina</i>	.	.	.	+1	.	.	+1	.	.	.	.	.	.
<i>Callithamnion hookeri</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.1	.	.	+1
<i>Stypocaulon scoparium</i>	.	.	.	+1	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Spermothamnion</i> sp.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dasya</i> sp.	.	.	.	+1	+1e	+1	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Ceramium rubrum</i>	.	.	+1	+1e	.	.	+1	.	.	.	+1e	.	.
Acompañantes:													
<i>Rhodochorton floridulum</i>	+1	+1	+1	1.1	+1	+1	+1	.	+1	+1	.	+1	1.1
<i>Spongonema tomentosum</i>	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ectocarpus siliculosus</i> var. <i>confervoides</i>	.	.	+1e	.	.	+1	.	.	+1	+1	.	3.3	+1e
<i>Dermocarpa prasina</i>	+1	+1	.	.	.	+1	+1	.	.	+1	+1	.	.
<i>Ectocarpaceae</i>	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.
<i>Erythrotrichia boryana</i>	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1
<i>Erythrotrichia carnea</i>	.	+1	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Audouinella daviesii</i>	.	+1	+1	+1	.	+1e	.	.	.	.	+1	+1	.
<i>Goniotrichum alsidii</i>	.	+1	+1	+1e	.	+1	.	.	.	+1e	.	.	.
Diatomeas	.	+1	.	+1	+1	.	+1	.	.	.	+1	.	.
<i>Halothrix</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.
<i>Audouinella</i> sp.	+1	.	.	.	.	.	+1	.	+1	.	.	.	.
<i>Calothrix confervicola</i>	.	.	1.1e	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chroococcus turgidus</i>	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rivularia atra</i>	.	.	+1e	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calothrix crustacea</i>	.	.	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calothrix parietina</i>	.	.	.	2.2e	.	.	+1	.	.	.	.	.	.
<i>Lyngbya confervoides</i>	.	.	.	+1e	+1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calothrix</i> sp.	.	.	.	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Porphyra</i> sp.	.	.	.	.	.	+1	.	.	+1e	.	.	.	.
<i>Erythrocladia</i> sp.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gymnogongrus crenulatus</i>	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Derbessia tenuissima</i>	.	.	.	.	+1e	.	+1	.	.	.	.	.	.
<i>Xenococcus</i> sp.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.
<i>Chroococcaceae</i>	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	+1	.	.	.

Localidad: Punta Placeres

TABLA 2

<i>Fucetum vesiculosi</i>									
Inventario nº	38	45	100	113	128	138	152	157	178
Fecha	2005	2107	1709	1610	1311	2712	1201	902	2404
Inclinación/Orientación	80°O	70°N	30°S	0°O	30°S	0°S	30°S	0°O	20°N
Especies características:									
<i>Fucus vesiculosus</i>	4.3	55	4.4	4.4	3.3	3.3	5.5	3.3	5.5
<i>Elachista fucicola</i>	+1e	+1e	+1e	+1e	.	.	.	.	+1e
Subvegetación:									
<i>Enteromorpha prolifera</i>	2.2e	1.1	1.1e	1.1e	.	1.1	.	.	3.3e
<i>Enteromorpha simplex</i>	1.1e	1.1e	.	.	+1e	.	.	.	.
<i>Mastocarpus stellatus</i>	1.1	.	.	.	.	1.1	.	2.2	.
<i>Porphyra leucosticta</i>	+1e	+1e	.	.	.	.	.	.	+1e
<i>Spongonema tomentosum</i>	+1e	+1e	.	.	.	.	.	.	1.1e
<i>Porphyra umbilicalis</i>	+1e	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ulva rigida</i>	1.1	.	2.2	.	.	.	+1	.	.
<i>Rhodochorton floridulum</i>	+1	.	+1	.	+1	.	1.1	.	.
<i>Ulva rotundata</i>	+1	+1e	.	2.2	.	.	.	.	.
<i>Hildenbrandia prototypus</i>	1.1	.	.	.	.	+1	.	.	.
Introgresivas del nivel inferior:									
<i>Fucus serratus</i>	+1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ceramium rubrum</i>	+1	+1e	1.1e	+1	1.1	.	.	.	.
<i>Laurencia pinnatifida</i>	.	1.1	+1e	1.1	+1e	.	.	.	.
<i>Porphyra purpurea</i>	.	1.1	.	.	.	+1	.	.	.
<i>Lomentaria articulata</i>	.	.	+1e	+1e	1.1e	.	.	.	.
<i>Ceramium fruticosum</i>	.	.	.	+1e	.	.	.	.	.
<i>Polysiphonia brodiaei</i>	.	.	.	+1e	+1	.	.	.	.
<i>Gelidium pusillum</i> var. <i>pulvinatum</i>	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.
<i>Gigartina pistillata</i>	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.
<i>Polysiphonia nigrescens</i>	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.
Acompañantes:									
<i>Giffordia granulosa</i>	.	.	+1	+1	.	.	.	.	.
<i>Audouinella daviesii</i>	.	.	1.1	+1	+1	.	.	.	+1e
<i>Enteromorpha ramulosa</i>	.	.	1.1	+1	.	.	.	.	.
<i>Erythrotrichia carnea</i>	.	.	+1	+1	.	.	.	.	.
<i>Petrocelis cruenta</i>	.	.	.	.	.	1.1	.	+1	.
<i>Giffordia hincksiae</i>	+1e	.	.	+1	.	.	.	.	.
<i>Myrionema strangulans</i>	+1	.	+1	.	.	.	.	.	.
<i>Ectocarpus siliculosus</i> var. <i>confervoides</i>	+1e	.	+1	.	.	.	.	.	.
Nithophyllum punctatum, Polysiphonia sp., Dermocarpa sp., Scytosiphon simplicissima, Cladophora sp., Callithamnion sp., Ulva sp., Sphacelaria cirrosa, Dermocarpa prasina, Audouinella sp., Ectocarpus sp. y Ascophyllum nodosum, se presentan en una sola ocasión o bien su recubrimiento es inferior al 1%.									
Localidad: Punta Caballo (Ría de Muros-Noia)									

TABLA 3

<i>Fucetum spiralis</i>													
Inventario nº	51	69	88	105	122	152	168	183	197	215	232	250	262
Fecha	2105	2006	2007	1908	1609	1510	1411	1412	1401	1002	2503	2404	2505
Inclinación/Orientación	20°N	45°O	45°O	45°O	45°O	45°O	45°O	45°O	45°O	45°O	45°O	45°O	45°O
Especies características:													
<i>Fucus spiralis</i>	5.5	5.5	4.4	4.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	4.4	4.4	5.4	5.5
<i>Elachista fucicola</i>	+1e	+1e	+1e	.	.	+1e	+1e	.	.	.	+1e	+1e	+1e
Acompañantes:													
<i>Gayralia oxysperma</i>	+1	1.1e	+1	+1e	.	+1e	+1e	.	.	+1e	1.1e	2.2e	+1e
<i>Blidingia minima</i>	+1	1.1	+1	.	+1	.	.	.	.	.	+1	.	+1
<i>Enteromorpha prolifera</i>	+1	+1	1.1	.	.	1.1	+1	.	.	2.2	+1	1.1	+1e
<i>Ulothrix flacca</i>	.	+1	+1	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	+1
<i>Ulothrix subflaccida</i>	+1	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1
Acompañantes secundarios:													
<i>Rhizoclonium riparium</i>	+1	+1	+1	+1	.	+1	1.1	.	.	.	+1	.	.
<i>Cladophora</i> sp.	+1	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.
<i>Enteromorpha ramulosa</i>	.	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Microcoleus tenerrimus</i>	+1	+1	+1	+1	.	.	+1	+1	.	+1	.	.	+1
<i>Lyngbya martensiana</i>	.	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.
<i>Spirulian subsalsa</i>	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1
Chroococaceae	.	.	+1	.	.	.	+1	.	.	.	.	+1	+1
<i>Lyngbya</i> sp.	.	.	.	+1	.	+1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Catenella caespitosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1e	.	.
<i>Lyngbya confervoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1
<i>Calothrix confervicola</i>	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lyngbya majuscula</i>	.	.	.	.	.	+1	+1	.	.	.	.	.	.
<i>Spiruliam major</i>	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	+1e	.	.	.
Diatomeas	.	.	.	.	.	+1	+1	.	+1	+1	.	.	+1
<i>Pleurocapsa fuliginosa</i>	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	+1
<i>Phormidium</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	+1
<i>Rhodochorton floridulum</i>	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.
<i>Zostera nana</i>	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Enteromorpha flexuosa, Bachelotia antillarum, Ectocarpaceae, Gloeocapsa crepidinum, Caposiphon fulvescens, Ralfsia verrucosa, Chlorella sp., Merismopedia elegans, Enteromorpha simplex, Oscillatoria sp., Blidingia marginata, Lyngbya epiphytica, Spirulina subtilissima, Erythrotrichia carnea, Lyngbyaceae, Xenococcus sp., Calothrix pulvinata, Lyngbya aestuarii y Microcystis ichliolable, aparecen en una sola ocasión o bien su recubrimiento es inferior al 1%.													

Localidad: Punta Placeres (Pontevedra)

TABLA 4

<i>Fucetum spiralis</i>												
Inventario nº	31	58	74	88	102	118	1135	142	155	166	180	193
Fecha	2005	2107	1808	1709	1610	1311	2712	1201	0902	2703	2404	2405
Inclinación/Orientación	80°S	40°O	90°S	90°O	10°NE	90°O	80°O	0°SE	20°O	5°O	20°O	80°O
Especies características:												
<i>Fucus spiralis</i>	5.5	5.5	3.3	5.4	4.3	3.3	3.3	4.4	4.4	5.5	5.5	5.4
<i>Elachista fucicola</i>	.	+1e	+1e	+1e	+1e	.	.	.	.	+1e	.	.
Acompañantes:												
<i>Blidingia minima</i>	.	.	2.2	+1e	.	+1e	.	.	.	+1	3.3	1.1
<i>Enteromorpha prolifera</i>	.	.	+1e	+1e	.	.	.	.	.	1.1e	3.3	1.1
<i>Brachytrichya quoyi</i>	+1	.	.	.	.	.	.	+1	.	+1	+1	+1
<i>Enteromorpha simplex</i>	.	+1e	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hildenbrandia prototypus</i>	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	+1
<i>Microcoleus tenerimus</i>	+1	.	.	.	.	+1	+1	+1	.	.	.	.
<i>Gomontia polyrhiza</i>	.	.	.	.	+1	+1	.	+1	.	.	.	.
<i>Lyngbya confervoides</i>	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	+1	.	.
<i>Nostoc entophyllum</i>	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	+1	+1	.
Introgresivas del nivel superior:												
<i>Pelvetia canaliculata</i>	1.1	1.1	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.
Introgresivas del nivel inferior:												
<i>Ascophyllum nodosum</i>	.	.	1.1	+1	.	.	+1	.	.	.	.	.
<i>Porphyra leucosticta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	+1	.
Zostera nana, Polysiphonia lanosa, Dermocarpa prasina, Oscillatoria sp., Dermocarpa sp., Fucus vesiculosus, Hyella caespitosa, Pleurocapsa fuliginosa, Diatomeas, Calothrix parietina, Porphyra purpureae y Aphanocapsa marina, se presentan una sola vez o bien su recubrimiento es menor del 1%.												
Localidad: Punta Caballo (Ría de Muros-Noia)												

TABLA 5

		Comunidad de <i>FUCUS VESICULOSUS</i>		Comunidad de <i>FUCUS SPIRALIS</i>	
		PUNTA PLACERES	PUNTA CABALLO	PUNTA PLACERES	PUNTA CABALLO
RE	Feófitos	13	7	3	4
	Clorófitos	13	5	8	4
	Rodófitos	21	17	2	3
	Cianófitos	9	0	9	5
	Epífitos	25	14	9	5
DQ	Feófitos	29.47	38.51	25.69	43.76
	Clorófitos	32.85	21.56	42.61	23.41
	Rodófitos	28.98	39.50	7.23	9.41
	Cianófitos	6.28	0	21.02	21.19
	Epífitos	20.87	45.95	21.54	20.35
DR	Feófitos	64.76	59.08	91.41	89.46
	Clorófitos	14.31	11.83	7.16	9.06
	Rodófitos	19.8	8.5	1.24	1.38
	Cianófitos	1.4	0	0	0.11
	Epífitos	8.91	7.74	1.24	0.48
RMG	<i>F. vesiculosus</i>	58.56	60.78	83.21	79.48
BIOMASA	<i>F. vesiculosus</i>	289.59	665.38	381.62	382.46

rar sus resultados con los de otras localidades control encuentra que en ellas los valores de las biomásas duplican a los de P. Placeres.

En P. Caballo es donde se obtienen los valores más elevados de biomasa de *F. vesiculosus*, duplicando los de P. Placeres. Esto podría deberse al pequeño tamaño que alcanzan, en general, estos individuos en estado adulto. Los trabajos de ROSEMARIN *et al.* (1985) indican, que los clorados (a muy bajas concentraciones) utilizados para blanquear el papel, producen un efecto tóxico en las algas pardas.

CONCLUSIONES

1. Las clorofíceas dominan cualitativamente y presentan una mayor diversidad en P. Placeres, para ambas comunidades.
2. Lo mismo ocurre con el grupo de las cianófitas.
3. La riqueza específica es mayor en las comunidades de *F. vesiculosus* y *F. spiralis* de P. Placeres que en las de P. Caballo.
4. El epifitismo en *Fucus vesiculosus* y en *F. spiralis* de P. Placeres es muy superior al encontrado en las mismas especies de P. Caballo.

BIBLIOGRAFÍA

- BELSHER, Th. (1977): *Analyse des repercussions de pollutions urbaines sur le macrophytobenthos de Méditerranée (Marseille, Port-Vendres, Port-Cros)*. Thèse Doct. Univ. Marseille Luminy: 1-287.
- BOROWITZKA, A. (1972): Intertidal algal species diversity and the effect of pollution. *Aust. J. mar. Freshwat. Res.* 23: 73-84.
- BOUDOURESQUE, C.-F. (1971): Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). *Tethys* 3(1): 79-104.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1979): *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Blume Barcelona.
- HARTOG, C. DEN. (1959): The epilithic algal communities occurring along the coast of the Netherlands. *Wentia* 1: 1-241.
- KANGAS, P., H. AUTIO, G. HÄLLFORS, H. LUTHER, A. NIEMI & H. SALEMAA (1982): A general model of the decline of *Fucus vesiculosus* at Tvärminne, south coast of Finland in 1977-81. *Acta Bot. Fennica* 118: 1-27.
- MORA, J., M. PLANAS & R. SILVA (1989): Impacto de la contaminación orgánica en la ensenada de Lourizán (Proyecto Escorp). I - El medio físico y la macrofauna bentónica. *Cah. Biol. Mar.* 30: 181-199.
- NIELL, F. & J. BUELA (1976): Incidencia de vertidos industriales en la estructura de poblaciones intermareales. *Inv. Pesq.* 40(1): 137-149.
- PLANAS, M. & J. MORA (1988): Impacto de la contaminación orgánica en la ensenada de Lourizán (Proyecto Escorp). III - Aspectos cuantitativos de la dinámica poblacional del macrobentos. *Thalassas* 6: 15-22.

ROSEMARIN, A., J. LEHTINEN, K.-J. MATTSSON, K.-J. NOTINI & E. NYLEN (1986): Effects of pulp mill chlorate (ClO) on *Fucus vesiculosus* -a summary of projects. *Ophelia*, Suppl. 4: 219-224.

TEWARI, A. & H. JOSHI (1988) Effect of domestic sewage and industrial effluents on biomass and species diversity of seaweeds. *Botanica Marina* 31: 389-397.

(Aceptado para su publicación el 15.Abril.1994)