

# Composición y estructura de las comunidades de algas bentónicas de ambientes portuarios: El puerto de Blanes

CONCEPCIÓ RODRÍGUEZ-PRIETO, ENRIC SALA, ARIADNA CLAVELL y  
LLUÍS POLO

## Resumen

RODRIGUEZ-PRIETO, C., E. SALA, A. CLAVELL & L. POLO (1997). Composición y estructura de las comunidades de algas bentónicas de ambientes portuarios: El puerto de Blanes. *Collect. Bot. (Barcelona)* 23: 29-40.

Se estudia la composición y estructura, por grupos sistemáticos y ecológicos, de tres comunidades portuarias invernales: *Enteromorpha compressa*, *Corallina elongata* y las comunidades más interiores del puerto de Blanes (Girona, España). Todos los parámetros cuantitativos estudiados revelan una disminución de la diversidad en las estaciones superficiales de la bocana del puerto, así como un aumento de la diversidad y una drástica disminución de los índices de reproducción en las estaciones más contaminadas.

Palabras clave: Ecología, algas, ambientes portuarios, Mediterráneo occidental.

## Abstract

RODRIGUEZ-PRIETO, C., E. SALA, A. CLAVELL & L. POLO (1997). Species composition and structure of the benthonic algae communities into the harbour of Blanes. *Collect. Bot. (Barcelona)* 23: 29-40.

The species composition and the structure of the harbour communities of *Enteromorpha compressa*, *Corallina elongata* and the internal communities in Blanes harbour (Girona, España), have been studied by means of descriptive and analytical data. All the quantitative parameters studied show a decrease of diversity in the more superficial stations of the mouth of the harbour, and also an increasing diversity and a drastic decreasing of the reproduction indices at the more polluted stations.

Keywords: Ecology, algae, harbour communities, Western Mediterranean

## INTRODUCCION

Es evidente el efecto de las instalaciones portuarias sobre el medio marino (JEUDY DE GRISSAC, 1979) y son numerosos los trabajos realizados sobre las comunidades algales instaladas en construcciones de este tipo (e.g. NÉDÉLEC, 1979; BOUDOURESQUE *et al.*, 1980; MARCOT-COQUEUGNIOT *et al.*, 1983) A pesar de ello, en la Costa Brava, los trabajos

Concepció Rodríguez-Prieto, Enric Sala, Ariadna Clavell y Lluís Polo. Facultat de Ciències. Universitat de Girona. Campus de Montilivi s/n. E-17071 Girona

realizados sobre este tema han tenido un caracter muy general (GOMEZ & RIBERA, 1982; BALLESTEROS *et al.*, 1984; RODRIGUEZ-PRIETO & POLO 1986). En este estudio pretendemos describir las comunidades del puerto de Blanes (Costa Brava, España) de forma cualitativa y cuantitativa, así como poner en evidencia las diferencias más significativas entre ellas y las comunidades más próximas al puerto.

Blanes es una localidad de unos 25.000 habitantes, que en verano triplica su población. Está situada en el extremo sur de la costa Brava (Girona), a 41° 40' 34" N y 2° 47' 44" E. Posee un puerto muy cerrado y compartimentado, con poca renovación del agua, con 60 amarres para barcos de pesca y unos 700 amarres para embarcaciones deportivas. En la tipificación realizada por BALLESTEROS *et al.* (1984) Blanes se halla situada en la zona 1, en la que la comunidad fitobentónica dominante en la zona infralitoral superior es la de *Cystoseira mediterranea* propia de aguas no contaminadas; así pues la posible alteración de la calidad de las aguas del interior del puerto, directamente observable por las facies dominantes, sería debida a factores intrínsecos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Muestreo

Se han estudiado las tres comunidades algales claramente dominantes en los puertos mediterráneos (BELSHER & BOUDOURESQUE, 1976): la de *Enteromorpha compressa*, la de

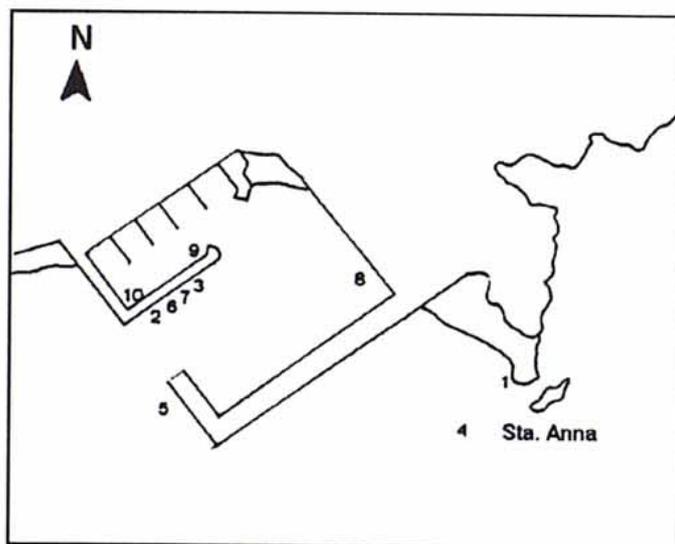


Fig. 1.- Situación de las estaciones de muestreo en el puerto de Blanes.

*Corallina elongata*, de superficie y de profundidad, y las comunidades establecidas en la parte más interior del puerto, que denominamos "comunidades interiores". En el mapa adjunto (fig. 1) se señalan los puntos de muestreo, cuyas características se indican en la tabla 1

El muestreo se realizó los días 27-II-1988 y 5-III-1988; se escogió la época invernal ya que las comunidades mediolitorales se ven muy afectadas por las fluctuaciones originadas por las altas presiones de primavera y verano ("minvas"), y en el puerto hay menos circulación. Se utilizó el método de la recolección total (BOUDOURESQUE, 1971); las muestras de profundidad se recolectaron en inmersión con escafandra autónoma.

### Parámetros analíticos

La totalidad de la muestra se examinó en el laboratorio bajo la lupa binocular y el microscopio óptico a fin de separar y determinar todas las especies, incluidas epífitas,

endófitas y endolíticas. Se elaboraron listados florísticos completos de las especies presentes, aunque algunas de ellas no pudieron ser identificadas en el nivel específico. Sólo se ha tenido en cuenta la macroflora perteneciente a los grupos sistemáticos siguientes: clorofíceas, feofíceas y rodofíceas. A fin de profundizar en el conocimiento de la composición y estructura de las comunidades, se han utilizado los siguientes parámetros sociológicos:

Estación	Comunidad	Profundidad	Superficie
1	<i>Enteromorpha compressa</i>	+0.5	196
2	<i>Enteromorpha compressa</i>	+0.5	196
3	<i>Enteromorpha compressa</i>	+0.5	196
4	<i>Corallina elongata</i>	5	225
5	<i>Corallina elongata</i>	6	225
6	<i>Corallina elongata</i>	0.5	225
7	<i>Corallina elongata</i>	5	225
8	<i>Corallina elongata</i>	1	225
9	Comunidades interiores	2	225
10	Comunidades interiores	2	225

Tabla 1.- Estaciones de muestreo, comunidades muestreadas, profundidad en metros y superficie muestreada en cm<sup>2</sup>

número de especies, recubrimiento y porcentaje de recubrimiento (BALLESTEROS, 1986), dominancia cuantitativa, dominancia cualitativa, coeficiente de reproducción, densidad de reproducción y equitabilidad (BOUDOURESQUE, 1971), adaptados a la metodología utilizada.

Los parámetros analíticos considerados son:

- 1- Número de especies por muestra.
- 2- Recubrimiento. Para cada especie y dentro de cada inventario se ha evaluado el recubrimiento (**Ri**). Entendemos como Ri la superficie algal (BALLESTEROS, 1986).
- 3- Porcentaje de recubrimiento. Recubrimiento total dividido por la superficie muestreada y multiplicado por cien. El %Ri total de la muestra puede ser a menudo superior al 100%
- 4- Dominancia en función del recubrimiento (**DRi**) (Dominancia cuantitativa) de un grupo de especies, es la relación entre la suma de los recubrimientos de dichas especies y el recubrimiento total de la muestra. Se expresa en porcentaje.
- 5- Dominancia cualitativa (**DQi**) de un grupo de especies, es la relación entre el número de especies de ese grupo y el número total de especies de la muestra.

La dominancia cuantitativa y la cualitativa han sido calculadas para los distintos grupos sistemáticos y ecológicos. Los grupos ecológicos utilizados son los establecidos por BOUDOURESQUE (1985), y en los casos en que estaban poco representados se han reunido en grupos más amplios aplicando el siguiente criterio:

-Algas del mediolitoral: en ellas hemos agrupado los grupos **RM** (Grupo de las especies de la roca mediolitoral), **RMS** (Grupo de las especies de la roca mediolitoral superior), **RMM2** (Grupo de las especies de la roca mediolitoral mediana 2), **FM** (Grupo de las especies de la franja mediolitoral) y **EM** (Grupo de las especies del "balcón mediolitoral").

- **PhIB** - Grupo de las especies fotófilas infralitorales de modo batido.
- **PhIC** - Grupo de las algas fotófilas infralitorales de modo relativamente calmo.

- Grupo de las algas fotófilas infralitorales: **PhI**.
- Grupo de las especies infralitorales de substrato duro: **ISR**.
- Algas esciófilas superficiales de modo batido: en ellas se han incluido las de afinidades frías (**SSBf**) y las de afinidades cálidas (**SSBc**).
- Algas esciófilas infralitorales: Se han considerado los grupos **SCI** (Grupo de las especies esciófilas de modo relativamente calmo infralitorales), **SI** (Grupo de las especies esciófilas infralitorales) y **SCIT** (Grupo de las especies esciófilas de modo relativamente calmo, infralitorales, tolerantes).
- Algas esciófilas de modo calmo y antiescío-filas: **SC** (Grupo de las especies esciófilas de modo relativamente calmo), **SIC** (Grupo de las especies esciófilas infralitorales y circalitorales) y **AS** (Grupo de especies antiescío-filas).
- Especies circalitorales: **CC** (Grupo de las especies circalitorales) y **CCT** (Grupo de las especies circalitorales tolerantes).
- Especies eutróficas, tionitrófilas y de ambientes portuarios: **ETN** (Grupo de las especies eutróficas y tionitrófilas), **PhIP** (Grupo de las especies fotófilas infralitorales de modo relativamente calmo de medios portuarios) y **HSPP** (Grupo de las especies hemiescío-filas de pequeños puertos).

6- Coeficiente y densidad de reproducción. De cada especie se ha anotado la presencia de órganos reproductores y su naturaleza, así como la apreciación de su abundancia. Por definición, la reproductividad de cada especie, **Gi**, se evalúa según la escala siguiente:

- 0 - ausencia de órganos reproductores
- 1 - órganos reproductores muy raros (RR)
- 3 - órganos reproductores raros (R)
- 6 - órganos reproductores frecuentes (C)
- 10 - órganos reproductores muy frecuentes (CC)

Para cada inventario hemos calculado un coeficiente de reproducción **cG**:

$$Cg = \sum RiGi$$

7- Diversidad. Hemos utilizado el índice de Shannon:

$$D = - \sum (Ri/Rt) \log_2 (Ri/Rt)$$

Donde  $R_i$  es la superficie algal de una determinada especie "i", y  $R_t$  es la suma de los valores de  $R_i$  de todas las especies de la muestra.

8- Equitabilidad. Calculada según  $Eq = D / \log_2 T$ , donde T es el número total de especies de un inventario.

## Dendrogramas

Con objeto de mostrar la proximidad entre las muestras de cada comunidad, se han elaborado diversos dendrogramas. Las matrices de intersimilaridad se han calculado según el método de MOUNTFORD (1962). Los coeficientes de similitud utilizados son el de SØRENSEN (1948), como índice cualitativo, y el KULCZYNSKI (1927) como índice cuantitativo.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Inventario sistemático

En total hemos recolectado e identificado 96 táxones en el puerto de Blanes. Es un número relativamente elevado si se tiene en cuenta el hecho de que las especies provienen solamente de las comunidades de *Enteromorpha compressa*, de *Corallina elongata*, y de las comunidades del interior del puerto, así como de una sola época del año.

Especies	Enteromorpha compressa			Corallina elongata					Comunidades intermedias	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
'Aglaozonia parvula' stadium					2.72			.64	1.89	.10
Antithamnion cruciatum					.08		.08		.20	
Antithamnion heterocladum				.10	.08		.08	.10		.10
Antithamnion tenuissimum							.08	.10	.20	.10
Antithamnionella spirographidis					.10					.10
Aphanocladia stichidiosa			.07	109.20	12.53		9.37	.10	.10	.10
Audouinella crassipes				.10						
Bangia atropurpurea	17.97	.07	.20		.08	.01	.40			
Bryopsis duplex				.10	.48			.10		.10
Bryopsis plumosa				.27						
Bryopsis sp.					.08		.16	.10		
Callithamniaceae no identificadas				.08						
Callithamnion decompositum				.10						
Ceramiaceae no identificadas				.10						
Ceramium ciliatum						.16	.08			
Ceramium echionotum			.07	.40		.12	.48			
Ceramium flaccidum				.10						
Ceramium nodulosum				.10				24.89		
Ceramium tenerrimum		.07				.56				
Ceramium strictum		.07		1.57	.16	.08	1.28	1.35		.10
Ceramium sp.			.07	.10				.20		
Chaetomorpha aerea	.07			.10	.08	.16			.30	
Champia parvula				.10	2.10	.01	.16			
Choreonema thuretii				.20				.60		
Chroodactylon ornatum					.08	.08				
Cladophora coelothrix					1.51					
Cladophora echinus					.70					
Cladophora pellucida					.10					.10
Cladophora prolifera				.73	.08	2.07	1.12			.10
Cladophora sericea		3.11			.30					.30
Cladophora sp1.		.07								
Cladophora sp2.				.10	.08			.10		
Corallina elongata				52.80	67.91	197.25	35.66	26.35		
Dasya hutchinsiae				.10						
Dasya rigidula					.90					
Dasya sp.					.32					
Dictyota dichotoma					.08			5.71		
Didymosporangium repens				.10						
Ectocarpus siliculosus	.04									
Enteromorpha compressa	845.36	460.93	527.35				.08			.80
Enteromorpha prolifera		.07	.33		.10					.10
Enteromorpha ramulosa		.07							.10	
Erythrocladia subintegra							.32			
Erythrotrichia carnea				.20	.40	.32	.16	.10	.10	.10
'Falkenbergia rufolanosa' stadium				.20						
Fosliella farinosa				.10	.08					
Fosliella sp.				.10			1.04	.10		
Gastroclonium clavatum				.10	.16	.60				
Gelidiaceae no identificadas						.20		.10		
Gelidium pusillum				56.30	.44		.24		.10	.10
Gigartina acicularis					.08					
Griffithsia sp.				.10	.16		.08			
Halopteris filicina				.10	.08		1.20			
Haraldia lenormandii					.08					
Herposiphonia secunda				.10						.20
Herposiphonia tenella		.07	.07	.96	5.67	.08	.08	.30		

Tabla 2.- Porcentaje de recubrimiento de las especies en las distintas comunidades

Estaciones	<i>Enteromorpha compressa</i>			<i>Corallina elongata</i>					Comunidades intermedias	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Heterosiphonia crispella</i>							.08			
<i>Jania rubens</i>				23.91	9.82			117.24		
<i>Lomentaria clavellosa</i>				.10	.40					
<i>Lomentaria ercegovicii</i>					.08					
<i>Lomentaria verticillata</i>					.16		.08			
<i>Lophocladia</i> sp.					.08					
<i>Lophosiphonia scopulorum</i>				.10	.40	.08	1.60			.10
<i>Lophosiphonia subadunca</i>					.08		.86			
<i>Monosporus pedicellatus</i>							.08			
<i>Nihophyllum punctatum</i>					.16		.64			
<i>Pilinia rimosa</i>	.08			.10						
<i>Pleonosporium borrei</i>				.40						.10
<i>Plocamium cartilagineum</i>				2.80	.36		5.31			
<i>Polysiphonia</i> sp.			.07							
<i>Polysiphonia</i> sp2.				.30	.53		.08			.30
<i>Porphyra leucosticta</i>	.07			.10	.08	.16				
<i>Pringsheimiella scutata</i>						.08				
<i>Pterosiphonia pennata</i>				.60						
<i>Pterothamnion plumula</i>					.16	.08	5.71	.10		.60
<i>Ptilothamnion pluma</i>				.10		.16				
<i>Rhizoclonium riparium</i>				.30						.10
<i>Rhodymenia ardissoni</i>				8.67						
<i>Sphacelaria cirrosa</i>					2.64	.08	8.28			.10
<i>Sphacelaria fusca</i>			.07		.08					
<i>Sphacelaria plumula</i>				.99	3.04					
<i>Sphacelaria</i> sp.						.08				.50
<i>Stylonema alsidii</i>	5.41	.07	.07		.24	.16	.32	.30	.20	.20
<i>Stylonema cornu-cervi</i>		.07		.20	.24	.08	.48	.20		
<i>Trailliella intricata</i> ' stadium				.07		.08		11.22		
<i>Ulothrix flacca</i>							.08	.10		
<i>Ulothrix</i> sp.					.08					
<i>Ulva rigida</i>						.12	1.80			
<i>Ulva</i> sp.								.10		
Ulvaceae no identificadas							.08	.10		
<i>Vickersia baccata</i>					.01					

Tabla 2.- Continuación.

El listado florístico comprende 61 rodofíceas, 10 feofíceas y 26 clorofíceas. El porcentaje de recubrimiento de las distintas especies en cada muestra se detalla en la tabla 2.

### Comunidades de *Enteromorpha compressa*.

La comunidad de *Enteromorpha compressa* (*Scytosipho-Enteromorphetum compressae* (Ollivier, 1929) J. Feldmann, 1937) presentaba un fuerte recubrimiento tanto en el interior como en el exterior del puerto (en la llamada Punta de Santa Anna), con valores de recubrimiento de hasta 869%, aunque los diagramas cualitativos (fig. 2) permiten diferenciar las comunidades de *Enteromorpha* del exterior del puerto (1), de las del interior (2 y 3).

La diversidad específica en todas ellas es muy baja (< 0,4 bits), lo cual se explica por la gran dominancia cuantitativa de *Enteromorpha* en la comunidad (> 93%). (tabla 3; fig. 3). BALLESTEROS (1984) señala una diversidad máxima de 2 bits en las comunidades invernales de Tossa de Mar (Costa Brava, España), pero estos valores se alcanzaban en las

comunidades con un recubrimiento importante de *Bangia atropurpurea*, *Porphyra leucosticta*, *Scytosiphon lomentaria* y *Petalonia fascia*. Además de *Enteromorpha*, las especies más comunes encontradas en el puerto de Blanes son *Bangia atropurpurea*, *Porphyra leucosticta*, *Ectocarpus siliculosus*, *Chaetomorpha aerea*, *Ceramium* sp. y *Polysiphonia* sp. Destacan, por su relativa importancia cualitativa, las porfiridiales (fig. 5) hecho ya comentado por BELSHER (1976). La equitabilidad de estas comunidades es particularmente baja debido a la gran dominancia cuantitativa de *Enteromorpha compressa*. Por otra parte, el coeficiente de

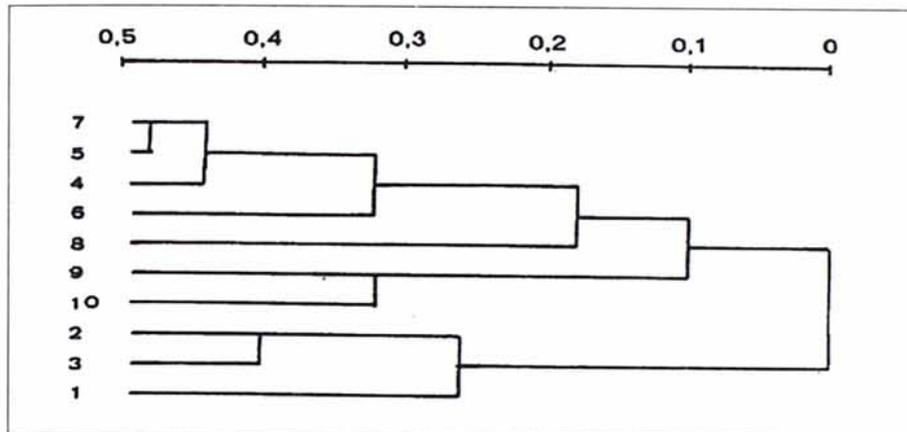


Fig. 2.- Similitudes cualitativas entre las distintas estaciones

reproducción era prácticamente nulo en las tres estaciones, lo cual pone de relevancia la escasa importancia de este índice en las comunidades algales, puesto que una especie puede no estar en reproducción en el instante "i", y puede estarlo en el instante "i + 1". La presencia de *Enteromorpha compressa* en la Punta de Santa Anna (exterior del puerto) es atribuible a la presencia de fondo arenoso y poco profundo colindante y, por lo tanto, fuerte abrasión, que impide el establecimiento de otras especies. En lugares con características semejantes sólo son viables especies de ciclo vital corto y elevada tasa de crecimiento.

### Comunidades de *Corallina elongata*.

Las estaciones de *Corallina elongata* estudiadas se pueden incluir en el *Herposiphonio-Corallinetum elongatae* (BALLESTEROS, 1988). El dendrograma de Sørensen (fig. 2) las ha separado en estaciones de profundidad (4, 5 y 7) y estaciones superficiales (6 y 8). Sin embargo, cuantitativamente (fig. 3) se distinguen bien las comunidades de la bocana del puerto (6 y 7).

En primer lugar nos referiremos a las estaciones 4 y 5. Ambas están situadas en el exterior del puerto, a una profundidad de 5-6 m. Presentaban un fuerte recubrimiento y un gran

Comunidad	estación	n	% rec	D	Lq	Cg
<i>Enteromorpha compressa</i>	1	7	869.9	0.20	0.07	0.2
<i>Enteromorpha compressa</i>	2	11	464.7	0.08	0.02	0.4
<i>Enteromorpha compressa</i>	3	11	528.4	0.03	0.01	0.1
<i>Corallina elongata</i>	4	45	263.5	2.36	0.43	464.9
<i>Corallina elongata</i>	5	51	116.4	2.52	0.44	441.1
<i>Corallina elongata</i>	6	25	202.9	0.28	0.06	1.2
<i>Corallina elongata</i>	7	35	77.6	2.91	0.57	25.4
<i>Corallina elongata</i>	8	27	190.6	1.85	0.39	154.9
Comunidades interiores	9	13	4.7	2.93	0.79	0.0
Comunidades interiores	10	17	2.7	3.62	0.88	0.0

Tabla 3.- Número de especies (n), porcentaje de recubrimiento (% rec), diversidad (D), equitabilidad (Eq) y coeficiente de reproducción (Cg) de las distintas estaciones.

número de especies (43 y 48 respectivamente), lo que queda reflejado en los elevados índices de diversidad (2,34 y 2,48) (tabla 3). Las especies más comunes de las estaciones 4 y 5 son, además de *Corallina elongata*, *Ceramium strictum*, *Herposiphonia tenella*, *Jania rubens*, *Plocamium cartilagineum*, *Falkenbergia rufolanosa*, *Aphanocladia stichidiosa*, *Aglaozonia parvula* y *Sphacelaria plumula*.

Las diferencias más importantes entre las estaciones 4 y 5 son cuantitativas. En ambas estaciones son importantes las criptonemiales (42,14 y 59,45 respectivamente), debido a la abundancia de *Corallina elongata*, por lo que el grupo de las especies infralitorales de sustrato duro (ISR) es el más ampliamente representado, coincidiendo con BALLESTEROS (1988). Ahora bien, en la estación 4, más alejada del puerto, abundan las nemalionales (21,51%) y las ceramiales (43,53%), mientras que en la estación 5 las nemalionales no están apenas representadas (0,45%) y las ceramiales son mucho menos abundantes (18,52%). Cualitativamente (fig. 5 y 7), las diferencias son poco importantes. A nuestro entender, esto indica que a medida que nos aproximamos al puerto, a pesar del aumento en el número de especies y de la diversidad, las especies mejor adaptadas, como en este caso *Corallina*, tienden a dominar la comunidad.

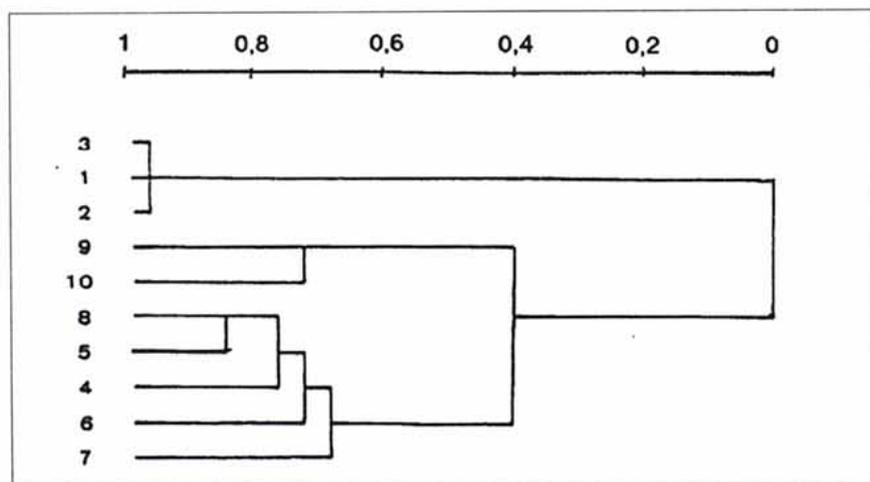


Fig. 3.- Similaridades cuantitativas entre las distintas estaciones.

Las dos comunidades infralitorales de la bocana y del interior del puerto (7 y 8), presentan un número de especies menor que las estaciones exteriores (36 y 37 especies respectivamente). La diversidad de la estación 8 (1,89 bits) es mucho menor que la de la estación

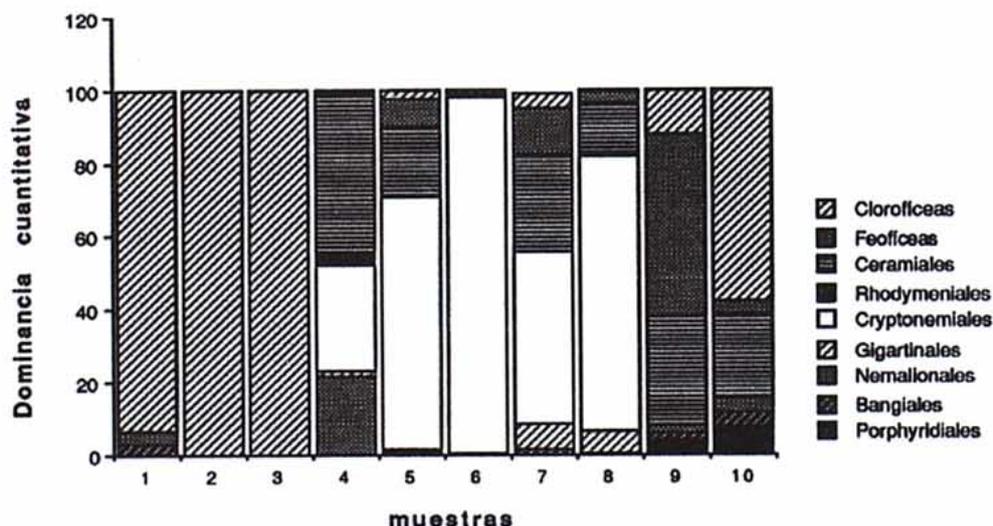


Fig. 4.- Dominancia cuantitativa de los distintos grupos sistemáticos, en las 10 estaciones muestreadas.

7 (2,92 bits), seguramente debido a la presencia de un pequeño emisario de aguas residuales. Por otra parte, atribuimos también a la presencia de este emisario el aumento del coeficiente de reproducción de la muestra 8.

Desde el punto de vista cualitativo las estaciones de la bocana del puerto (6 y 7) son francamente distintas entre si, como ya mostraba el dendrograma de Sørensen (fig. 2). La estación 6, situada a 0,5 m de profundidad, posee solamente 25 especies (tabla 3), y está ampliamente dominada por criptonemiales (DRi = 97,23%) (fig. 4), lo cual es debido probablemente a la gran potencialidad competitiva que presenta *Corallina* a esta profundidad, gracias a la calcificación del talo, que le brinda una gran resistencia al oleaje, y a su heterotriquia, que le permite subsistir en períodos de elevada disturbancia (BALLESTEROS, 1988). Su recubrimiento es del 202,85%. La estación 7, situada 5 m de profundidad, presenta un recubrimiento significativamente distinto (77,71%). En ella pierden importancia las criptonemiales (47,42%), puesto que el efecto Riou

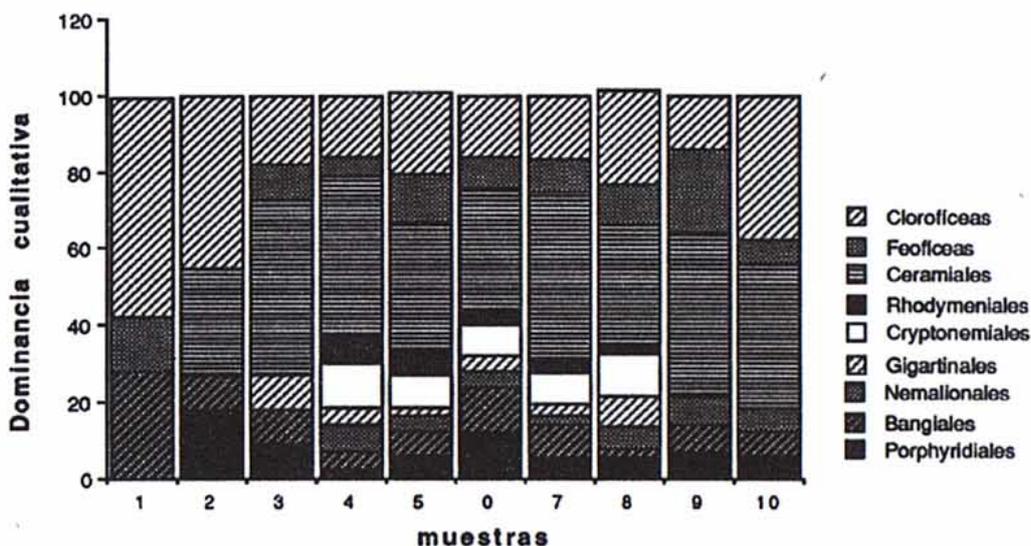


Fig. 5. - Dominancia cualitativa de los diversos grupos sistemáticos en las 10 estaciones muestreadas.

(BOUDOURESQUE & CINELLI, 1971) es menor a esta profundidad, mientras que otros grupos toman mucha más relevancia: ceramiales (26,59%), feofitas (12,30%), gigartinales (6,84%) y clorófitas (4,27%).

Todo ello se refleja claramente en el grupo ecológico dominante (ISR) (fig. 6), que representa el 97,37% en la estación 6, y el 48,35% en la estación 7.

Los coeficientes de reproducción de las estaciones 6 y 7, son asimismo muy diferentes (1,20 y 25,36), lo cual corrobora los datos de BOUDOURESQUE (1973), según los cuales, el coeficiente de reproducción va ligado a la profundidad.

En las estaciones 6 y 8, con mayor dominancia de *Corallina*, es donde se obtienen los valores más bajos de equitabilidad (0,06 y 0,35) (tabla 3), mientras que en el resto de las estaciones los valores son mayores, alcanzando un máximo en la estación profunda de la bocana (0,56), donde el recubrimiento de *Corallina* es tan sólo de 19,25%.

Por último, debemos señalar la gran diferencia existente entre los coeficientes de reproducción de las comunidades exteriores e interiores del puerto (tabla 3), que en las comunidades infralitorales alcanza el 465. Esta disminución del coeficiente de reproducción ya había sido observada por BELSHER (1977).

### Comunidades algales del interior del puerto.

En las comunidades de la parte más interior del puerto, zona con poca renovación del agua, la media de 15 especies es substancialmente menor a la hallada en la comunidad de *Corallina*. Presentan una estructura parecida a la de un substrato en las primeras fases

de colonización, con predominio de cianobacterias y diatomeas. La única especie de alga superior relativamente abundante es *Aglaozonia parvula*.

En esta zona los recubrimientos son realmente bajos, con valores de 4,98 y 2,60% (tabla 3) en las estaciones 9 y 10, aunque si tenemos en cuenta diatomeas y cianobacterias, es algo superior al 100%. La disminución del recubrimiento total ya había sido remarcada por otros autores (BELSHER, 1974; BELSHER *et al*, 1976 y BOISSET, 1987) y es debida a la simplificación estructural por eliminación del substrato erecto (BELSHER, 1974).

Cualitativamente, las rodofíceas, especialmente las ceramiales, son claramente dominantes (64,27 y 56,25%) (fig. 4). Cuantitativamente, cobran importancia en el primer caso (estación 9) las feofíceas (49,85%), por la abundancia de *Aglaozonia parvula*, mientras que en la estación 10, más interior, lo hacen las clorofíceas (57,69%).

Los grupos ecológicos que aparecen mayoritariamente en la estación 9 son los esciófilos del nivel infralitoral de modo calmado y tolerantes (SCI, SI y SCIT) (fig. 6 y 7), el infralitoral de substrato duro (ISR), y los grupos de algas eutróficas, tionitrófilas y portuarias (ETN, tioni-

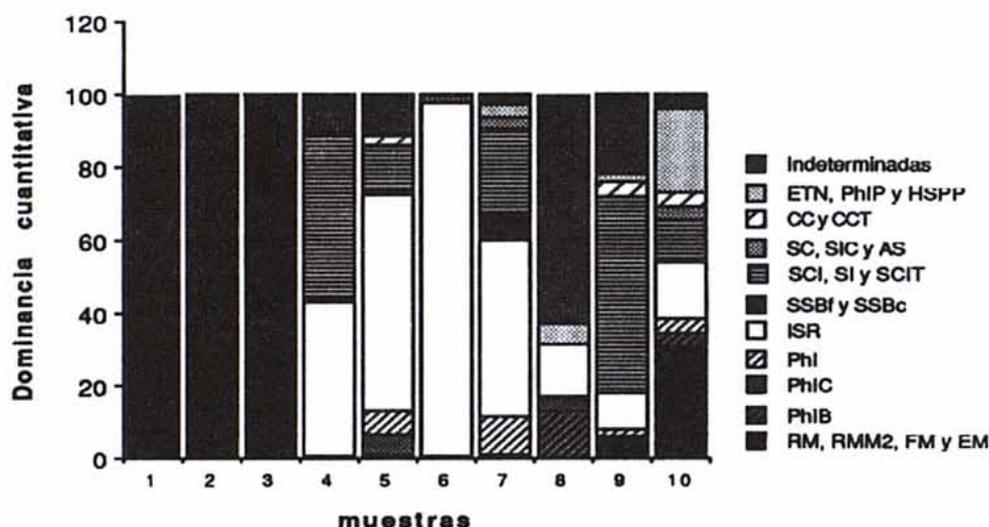


Fig. 6.- Dominancia cuantitativa de los distintos grupos ecológicos en las 10 estaciones muestreadas.

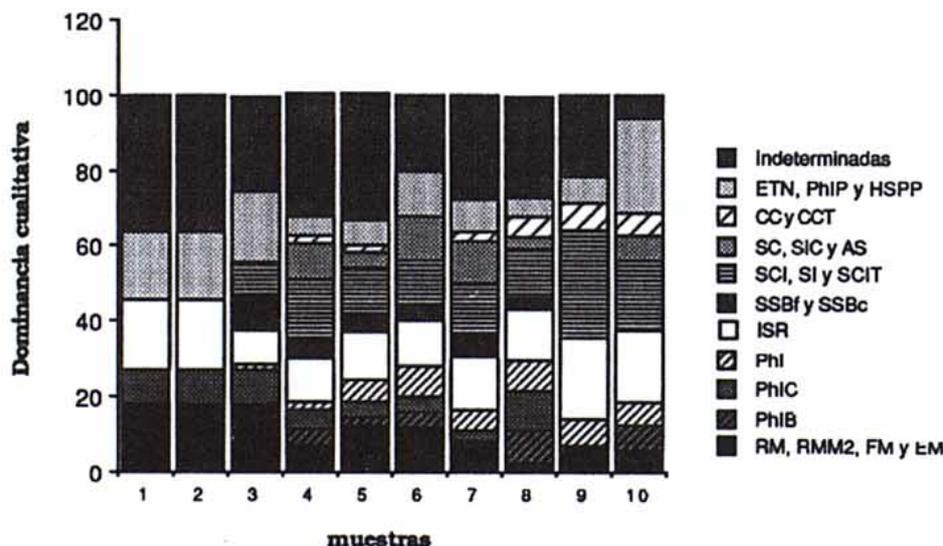


Fig. 6.- Dominancia cualitativa de los distintos grupos ecológicos en las 10 estaciones muestreadas.

PhIP y HSPP), datos que concuerdan con BOISSET (1987); mientras que en la estación 10 predominan las algas del fotófilo infralitoral (PhI). Estas diferencias en la importancia de los grupos ecológicos nos lleva a apoyar la hipótesis de BELLAN-SANTINI (1968), según la cual las comunidades más interiores de los puertos no constituyen biocenosis equilibradas que sustituyen a otras biocenosis, sino que son comunidades que provienen de la destrucción de la flora y fauna existentes y la proliferación de especies resistentes.

En las estaciones 9 y 10, además de *Aglaozonia parvula*, otras especies abundantes son: *Cladophora sericea*, *C. pellucida*, *Antithamnion plumula* y *A. cruciatum*.

Los índices de diversidad han dado valores altos (3,09 y 3,52) (tabla 3). El hecho de que sea una diversidad alta concuerda con la hipótesis de Belsher (BELSHER *et al.*, 1975), según la cual, la diversidad en el interior de los puertos es alta, en relación a la diversidad de la bocana, donde las variables condiciones físicoquímicas permiten el asentamiento de algunas especies sin que domine ninguna de ellas.

Por último, los dos diagramas sitúan las comunidades de cianobacterias del interior del puerto (8 y 9) muy separadas del resto de comunidades, aunque la diferencia más palpable es cuantitativa y no cualitativa.

## CONCLUSIONES

Se comprueba en primer lugar que la mayor parte de los resultados obtenidos concuerdan con los datos referidos a los efectos de la polución sobre el macrofitobentos mediterráneo, es decir, un aumento de la diversidad, una drástica disminución del recubrimiento y del coeficiente de reproducción en las estaciones infralitorales más polucionadas, y una simplificación estructural por desaparición del estrato erecto en las muestras más interiores del puerto.

Las estaciones de *Enteromorpha compressa* son, a simple vista, las menos afectadas por la proximidad del puerto. En realidad, es una comunidad propia de la roca mediolitoral media (RMM2) y de lugares inestables (BALLESTEROS, 1984) y de ahí su proliferación en la bocana del puerto y en la Punta de Santa Anna. En todas las estaciones estudiadas se observa un bajo número de especies y *Enteromorpha compressa* se presenta como la especie ampliamente dominante de la comunidad.

En las muestras de *Corallina elongata* y particularmente en las estaciones más superficiales y más interiores al puerto (6 y 7), así como en las muestras de las comunidades interiores, se han encontrado valores relativamente elevados de porfiridiales, lo cual confirma el gradiente protoflorídeo creciente en función de la proximidad del puerto, puesto ya en evidencia por BELSHER (1974). Las rodofíceas, principalmente criptonemiales, son claramente dominantes. En cuanto a las ulváceas, tienen un recubrimiento débil, normalmente muy inferior al 7%, lo cual es atribuible al hecho de que aun siendo especies tiónitrófilas y eunitrófilas no pueden soportar la contaminación por agentes químicos.

Se observa un marcado efecto Riou (dominancia cuantitativa del grupo ISR) en las comunidades de *Corallina elongata* de superficie de la bocana del puerto, efecto que disminuye notablemente en profundidad, debido a que existen otras especies de algas capaces de competir con *Corallina elongata*, especialmente ceramiales.

Las comunidades interiores se caracterizan principalmente por el bajo recubrimiento que presentan ambas (<5%), que como ya hemos señalado es debido a la simplificación estructural causada por la desaparición del substrato erecto; sin embargo, cualitativamente difieren de forma más significativa, lo cual creemos que es debido al hecho de que no se trata de un estadio de degradación de la serie de *Corallina*, sino de una "zona no colonizada" y de ahí las diferencias cualitativas existentes entre ellas.

## BIBLIOGRAFIA

- BALLESTEROS, E. (1984). Els vegetals i la zonació litoral: espècies, comunitats i factors que influeixen en la seva distribució. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.
- BALLESTEROS, E. (1986). Métodos de análisis estructural en comunidades naturales, en particular de fitobentos. *Oecol. Aquat.* 8: 117-131.
- BALLESTEROS, E. (1988). Composición y estructura de la comunidad infralitoral de *Corallina elongata* Ellis & Solander, 1786, de la Costa Brava (Mediterráneo Occidental). *Invest. Pesq.* 52(I): 135-151.
- BALLESTEROS, E., M. PÉREZ VALLMITJANA & M. ZABALA (1984). Aproximación al conocimiento de las comunidades algales de la zona infralitoral superior de la costa catalana. *Collect. Bot. (Barcelona)* 15: 69-100.
- BELLAN-SANTINI, D. (1968). Influence de la pollution sur les peuplements benthiques. *Rev. Inst. Oceanog.* X: 27-53.
- BELSHER, T. (1974). Séquence des effets d'un égoût urbain, en fonction de l'éloignement de la source de pollution, sur les peuplements photophiles de mode battu (fraction algale): premiers resultats. *Soc. Phycol. France* 19: 157-163.
- BELSHER, T. (1977). Analyse des repercussions de pollutions urbaines sur le macrophytobenthos de Méditerranée (Marseille, Port-Vendres, Port-Cros). Thèse Doctorat 3me Cycle.
- BELSHER, T. & C.-F. BOUDOURESQUE (1976). L'impact de la pollution sur la fraction algale des peuplements benthiques de Méditerranée. *Bull. Muséum Hist. Natur. Marseille* 31:153-183.
- BOISSET, F. (1987). Influencia de la polución sobre las comunidades esciáfilas moderadamente batidas en el litoral levantino. *Actas del VII Simposio de Botanica Cryptogámica. Madrid, 1987.*
- BOUDOURESQUE, C.-F. (1971). Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). *Tethys* 3 (1): 79-104.
- BOUDOURESQUE, C.-F. (1973). Recherches de bionomie analytique, structurale et expérimentale sur les peuplements benthiques sciaphiles de Méditerranée occidentale (Fraction algale). *Bull. Muséum Hist. Natur. de Marseille* 33:148-225.
- BOUDOURESQUE, C.-F. (1985). Groupes écologiques d'algues marines et phytocénoses benthiques en méditerranée nordoccidentale: une revue. *Giorn. Bot. Ital.* 118 (1-2): 7-42.
- BOUDOURESQUE, C.-F., T. BELSHER & J. MARCOT-COQUEUGNIOT (1977). Végétation marine de l'Île de Port-Cros (Parc national). XVII: Phytobenthos du port de Port-Cros. *Trav. Sci. Parc National Port-Cros* 3: 89-120.
- BOUDOURESQUE, C.-F. & F. CINELLI (1971). Le peuplement algal des biotopes superficiels de mode battu de l'île d'Ischia (Golfe de Naples, Italie). *Pubbl. Staz. Zool. Napoli* 39:1-43.
- BOUDOURESQUE, C.-F., J. MARCOT-COQUEUGNIOT & H. NÉDÉLEC (1981). The phytobenthos of a Mediterranean harbour, Port-Vendres. *Xth Intern Seaweeds Symposium.*
- GOMEZ, A. & M. A. RIBERA (1982). Étude de l'impact de la contamination du Polygone Industriel de Tarragona sur le macrophytobenthos. *Rapp. Comm. Jour. Étude Pollution Mer Médit.*
- JEUDY DE GRISSAC, A. (1979). Impact des an. littoraux. Installations Portuaires. Plages Artificielles. Quelques exemples provençaux. *Centre National pour l'Exploitation des Océans.* 46 pp.
- KULCZYNSKI, S. (1927). Die Pflanzenassoziation der Pieninen. *Bull. Int. Acad. Pol. Sci. Lett. (Classe Sci. Math. Nat., sér. B, Suppl.)* 2: 57-203.
- MARCOT-COQUEUGNIOT, J., C.-F. BOUDOURESQUE & M. KNOEPFFLER (1983). Le phytobenthos de la frange infralittorale dans le port de Port-Vendres (Pyrénées orientales, France). *Vie Milieu* 33, 3/4: 161-169.
- MOUNTFORD, D. (1962). An index of similarity and its application to classificatory problems. *Progress in soil zoology*, P. W. MURPHY (ed.) London: 43-50.
- NÉDÉLEC, H. (1979). Étude structural et problèmes d'échantillonnage dans une phytocenose portuaire. *Mém. Univ. P. et M. Curie, Marseille, Luminy.* 71 pp.
- RODRIGUEZ-PRieto, C. & L. POLO (1986). Fenologia i distribució de les algues del litoral català. *Scientia gerundensis* 12: 67-86.
- SØRENSEN, T. (1948). A method of stablishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. *Biol. Skr.* 5(4): 1-34.

*Acceptat: gener de 1991*