

**COMUNIDADES BENTÓNICAS DE SUSTRATO DURO
DEL LITORAL NE ESPAÑOL**

XIII. VEGETACIÓN: DIVERSIDAD Y SOCIABILIDAD

por

L. POLO ALBERTI* y J. A. SEOANE CAMBA**

* Departamento de Botánica

** Cátedra de Botánica

Facultad de Ciencias

Facultad de Farmacia

Nueva Universidad Autónoma

Universidad de Barcelona

de Barcelona.

RESUMEN

A partir de los datos obtenidos en el estudio bionómico del bentos de la costa catalana, exponemos los correspondientes a la vegetación marina.

Se comparan los índices de diversidad de las localidades de muestreo en relación con el espacio, la profundidad y las estaciones del año, relacionándolo con el número de especies de Clorófitos, Feófitos y Rodófitos que se han hallado en las muestras estudiadas.

Con los valores de las afinidades entre las especies de mayor frecuencia de aparición se ha confeccionado un diagrama, donde aparecen varios grupos de algas que forman comunidades bastante características en algunas localidades de la costa catalana.

SUMMARY

Marine vegetation data are reported as a part of bionomic survey of the benthos of the Catalan seashore.

Diversity values were computed for each sample and related

to position, depth, and season, and also to the number of species of Chlorophyta, Phaeophyta and Rhodophyta. Coefficients between the most frequent species have been obtained and a diagram was constructed showing several groups of algae that form well defined communities in some localities of the Catalan shore.

Los datos que exponemos se obtuvieron en la realización del «Programa de Bentos», desarrollado durante los años 1972 a 1974 en el Departamento de Ecología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Barcelona, con la colaboración del Instituto de Investigaciones Pesqueras, la Cátedra de Botánica de la Facultad de Farmacia y otros departamentos de diversos centros. Se efectúa bajo la dirección del Dr. R. MARGALEF, mediante una beca de la «Fundación Juan March».

El trabajo se centró sobre las comunidades bentónicas de sustrato duro de la costa catalana, formándose un equipo interdisciplinario de varios centros. La dirección de la parte florística corrió a cargo del Dr. J. SEOANE-CAMBA.

La costa catalana se extiende desde la frontera con Francia hasta la desembocadura del río Sénia, a lo largo de 552 km. Las características litológicas del litoral dependen fundamentalmente del relieve interior, que configura dos tipos generales de costa: la costa rocosa y la arenosa. La primera se manifiesta principalmente cuando las cordilleras litorales entran en contacto con el mar, mientras que la naturaleza de la segunda es muy variable y depende fundamentalmente de los ríos y arroyos litorales, así como de la estructura más blanda de los materiales costeros. De los 552 km., aproximadamente el 38% corresponden a sustratos rocosos.

En la costa rocosa se diferencian varias zonas según la naturaleza de la roca, su orientación, etc. Esta heterogeneidad explica, en parte, la existencia de distintas comunidades bentónicas instaladas en fondos con características ambientales similares. Las estaciones costeras estudiadas en el programa se distribuyen a lo largo de toda la costa, precisamente en cada una de las zonas.

Siguiendo a SOLÉ (1959) y, en parte, las indicaciones del «Mapa Litológico de España», pueden diferenciarse en la costa catalana (sustrato rocoso) los siguientes sectores:

- a) Sector del cabo de Creus.— Está constituido por diques eruptivos, gneiss, caliza, donde se tomó Cadaqués como estación de muestreo.
- b) Sector del macizo de Montgrí.— Formado por calizas marinas y dolomíticas, facies Keuper, escogiéndose l'Estartit (Islas Medes) como estación de muestreo.
- c) Sector de Begur-Blanes.— Integrado por granitos y rocas acompañantes, donde se eligió Blanes para proceder a la recogida de muestras.
- d) Sector del macizo de Garraf.— Compuesto por rocas calcáreas cretácicas. El punto elegido fue Garraf.
- e) Sector de Salou-l'Hospitalet y Sector de l'Ametlla y entorno.— Estructurado a base de calizas detríticas y graveras calcáreas, para cuyo estudio y recolección de muestras se tomó l'Ametlla.

A estas estaciones se añadió Vilassar dado el interés que ofrecía por su proximidad a Barcelona.

MÉTODOS

Las muestras se obtuvieron mediante la realización de muestreos en diversos puntos dentro de las localidades citadas. Éstos se llevaron a cabo desde abril de 1972 a noviembre de 1973, de forma sistemática sobre superficies de dimensiones standard, con distintas orientaciones e inclinaciones y a lo largo de una transección desde la superficie hasta los 40 m de profundidad en las zonas de sustrato duro.

Las muestras se realizaron a los siguientes niveles:

Zona supralitoral: hasta 1 m por encima del nivel del agua.

Zona litoral: a 0 m (nivel del agua).

Zona infralitoral: a 5, 10, 20 y 40 m de profundidad.

Para las muestras de superficie, se realizó un muestreo sobre

superficie aproximadamente horizontal y uno o más sobre superficie vertical en distintas orientaciones. Estas muestras se tomaron por duplicado.

Para las de profundidad se realizó un muestreo horizontal y uno vertical orientado hacia el E y a ser posible a más de 30-40 cm sobre el nivel de fondo.

Las muestras se tomaban al azar en superficies uniformes y la superficie de 20×20 cm se consideró la más funcional dadas las limitaciones del equipo de trabajo, aunque luego pudo apreciarse que para profundidades de 20 y 40 m resultó insuficiente en algunos casos. No puede considerarse que las muestras se tomaron rigurosamente al azar, pues siempre entra en juego la subjetividad del recolector. Sin embargo, para el caso que nos ocupa, diremos que buena parte de las muestras de superficie y la totalidad de las de profundidad fueron recogidas por zoólogos, por lo que podemos pensar que el subjetivismo se dirigió, en todo caso, hacia organismos animales.

El pelado de las superficies de muestreo de 20×20 cm se realizó con raspadores y martillos de geólogo y piquetas. Presentaba dificultades en el nivel 0 sobre todo en los días de cierto oleaje, y en los restantes niveles por el limitado tiempo de trabajo de buceador.

De cada muestra se tomaba nota de sus características y se colocaba en una bolsa de plástico, fijándose con formol. Se anotaba en la bolsa la clave de identificación con la que se ha trabajado a lo largo de todo el programa, tanto en la separación de los distintos grupos como para su clasificación y tratamiento de datos.

La clave es la siguiente:

Inicial de la estación: C, E, B, V, G y A.

Número de visitas efectuadas (fecha y condiciones climáticas).

Indicación de si es tierra T o mar M.

Nivel 0 para T, y 5, 10, 20, 40 para M.

Indicación de la submuestra: A, B, C...

Así pues, C2M20B se efectuó en Cadaqués, en la segunda salida a esta estación, se trata de una muestra de fondo de 20 m de

profundidad y es la segunda de las que se tomaron este día a este nivel.

Las algas separadas de los restantes organismos fueron estudiadas y clasificadas por nosotros, habiendo trabajado sobre 57 muestras hasta febrero de 1974, comenzando entonces la elaboración de datos. Actualmente continuamos estudiando otras muestras, pero los datos que aquí exponemos corresponden a la fecha citada anteriormente.

En conjunto se estudiaron un total de 227 especies de algas, de las que 219 corresponden a las tres clases siguientes: Clorófitos (40), Feófitos (34) y Rodófitos (145). Un buen número de ellas (134) se citan por primera vez para las costas catalanas y parte de ellas (51) para las costas españolas, aunque estos datos están pendientes de revisión.

A las especies de identificación dudosa o pendiente de confirmación se les asignó un número a efectos cuantitativos, (p. e. Rodófito 5).

Diversidad

Los índices de diversidad han sido de difícil aplicación a las algas, debido a la imposibilidad casi absoluta de saber el número de individuos de cada especie en cada muestra. Las algas se rompen en fragmentos con relativa facilidad y resulta completamente imposible, en la mayor parte de los casos, distinguir un fragmento de una planta completa o, en todo caso, el número de fragmentos en que se han descompuesto los individuos.

Se recurrió a sustituir el conteo por una estima cuantitativa, adjudicando a cada especie números que dan una idea lo más aproximada posible de la abundancia de cada especie en las muestras, según la equivalencia siguientes:

ejemplares aislados	1
ejs. poco abundantes	2
ejs. abundantes	3
ejs. muy abundantes	4

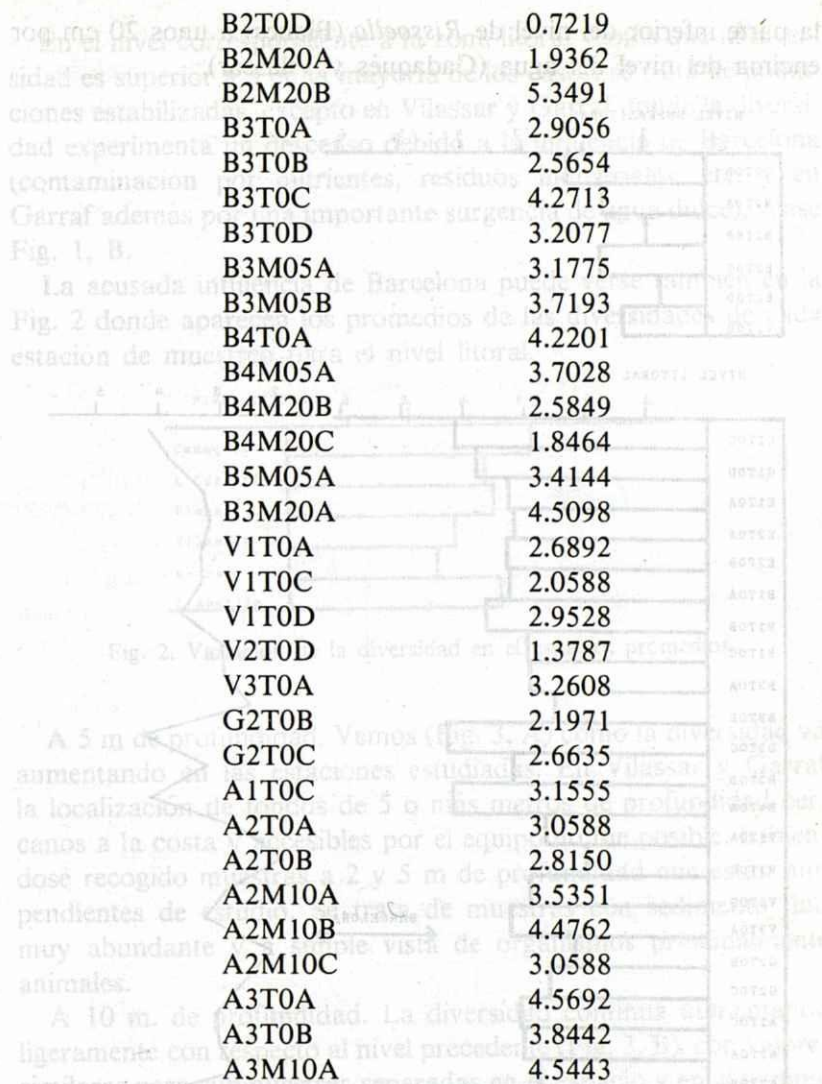
Aunque este método no es muy ortodoxo, al aplicar el criterio

por igual a todas las muestras, hemos obtenido valores comparables entre sí.

El cálculo de las diversidades se ha hecho mediante la fórmula de SHANNON-WEAVER (1957), utilizándose para ello un ordenador IBM 1130 del Instituto de Investigaciones Pesqueras, habiéndose obtenido los valores que figuran en la Tabla 1.

TABLA 1.— Valores numéricos de las diversidades.

<i>Muestra</i>	<i>Diversidad</i>
C1T0C	4.1291
C1T0D	3.8035
C1M05B	3.2927
C1M10A	3.9861
C1M10D	3.4472
C2T0B	2.2709
C2M05A	3.5645
C2M20B	2.7333
C3M10B	3.4955
C3M20A	3.5225
E1T0A	3.2500
E1M20B	2.6235
E1M20A	1.7924
E2T0A	3.1556
E2T0B	3.2946
E3M05A	3.3342
E3M05B	3.7636
E3M20A	3.1572
B1T0A	3.2841
B1T0B	3.6539
B1T0C	2.9749
B1M10A	3.5000
B2T0A	1.6644
B2T0B	0.9852
B2T0C	1.7500



B2T0D	0.7219
B2M20A	1.9362
B2M20B	5.3491
B3T0A	2.9056
B3T0B	2.5654
B3T0C	4.2713
B3T0D	3.2077
B3M05A	3.1775
B3M05B	3.7193
B4T0A	4.2201
B4M05A	3.7028
B4M20B	2.5849
B4M20C	1.8464
B5M05A	3.4144
B3M20A	4.5098
V1T0A	2.6892
V1T0C	2.0588
V1T0D	2.9528
V2T0D	1.3787
V3T0A	3.2608
G2T0B	2.1971
G2T0C	2.6635
A1T0C	3.1555
A2T0A	3.0588
A2T0B	2.8150
A2M10A	3.5351
A2M10B	4.4762
A2M10C	3.0588
A3T0A	4.5692
A3T0B	3.8442
A3M10A	4.5443

Variación de la diversidad en el espacio y en profundidad

En el nivel correspondiente a la zona supralitoral las diversidades son bajas (Fig. 1, A), se trata de muestras que corresponden a

la parte inferior del nivel de *Rissoella* (Blanes) a unos 20 cm por encima del nivel del agua (Cadaqués y Vilassar).

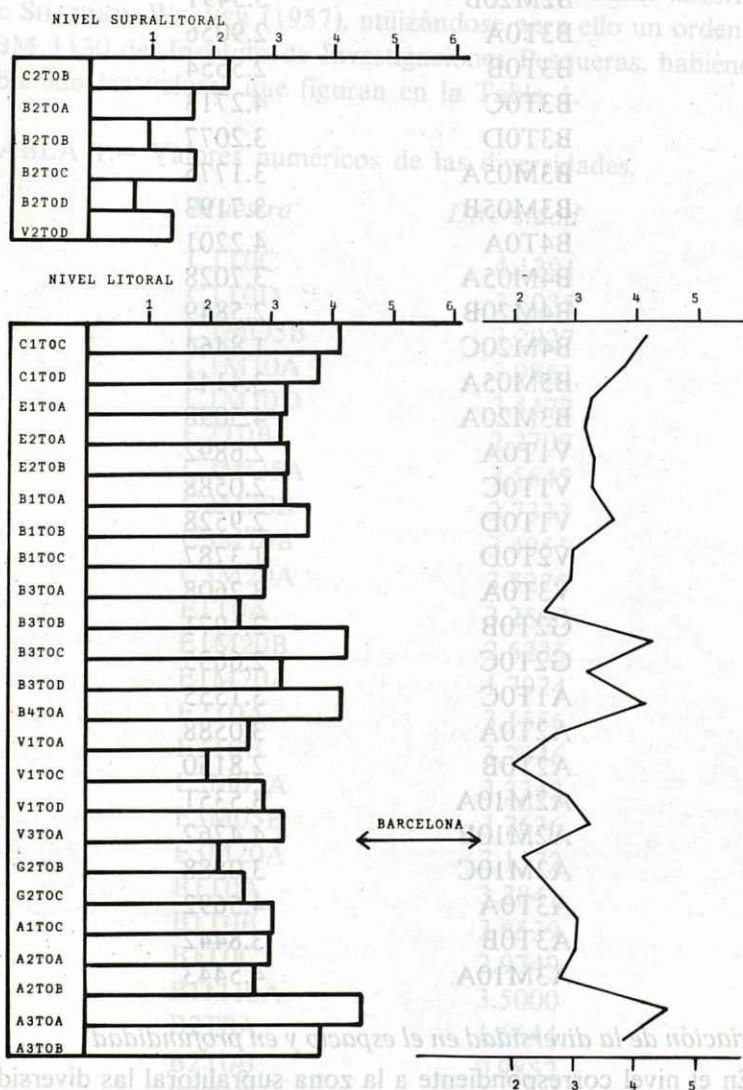


Fig. 1. Variación en el espacio de la diversidad.

En el nivel correspondiente a la zona litoral vemos que la diversidad es superior a 3 en la mayoría de los casos, se trata de poblaciones estabilizadas, excepto en Vilassar y Garraf donde la diversidad experimenta un descenso debido a la influencia de Barcelona (contaminación por nutrientes, residuos industriales, etc., y en Garraf además por una importante surgencia de agua dulce), véase Fig. 1, B.

La acusada influencia de Barcelona puede verse también en la Fig. 2 donde aparecen los promedios de las diversidades de cada estación de muestreo para el nivel litoral.

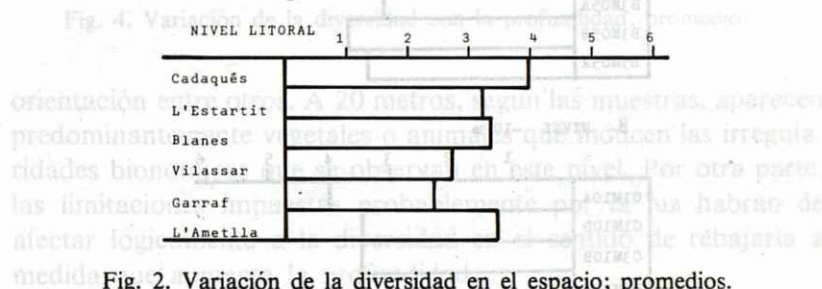


Fig. 2. Variación de la diversidad en el espacio; promedios.

A 5 m de profundidad. Vemos (Fig. 3, A) como la diversidad va aumentando en las estaciones estudiadas. En Vilassar y Garraf la localización de fondos de 5 o más metros de profundidad cercanos a la costa y accesibles por el equipo no fue posible, habiéndose recogido muestras a 2 y 5 m de profundidad que están aún pendientes de estudio. Se trata de muestras con sedimento fino muy abundante y a simple vista de organismos principalmente animales.

A 10 m. de profundidad. La diversidad continúa aumentando ligeramente con respecto al nivel precedente (Fig. 3, B), con valores similares para submuestras separadas en el espacio y en el tiempo. Los valores máximos se dan en l'Ametlla.

A 20 m. de profundidad. Se aprecia un descenso global de la diversidad, con irregularidades muy acusadas (Fig. 3, C). La muestra B2M20B alcanza el valor máximo del total de las mues-

tras (5.3491) junto a otros más bajos. Se trata ya de una zona donde las poblaciones animales ocupan cada vez mayor espacio y las superficies de muestreo están ocupadas por organismos animales en muchos casos.

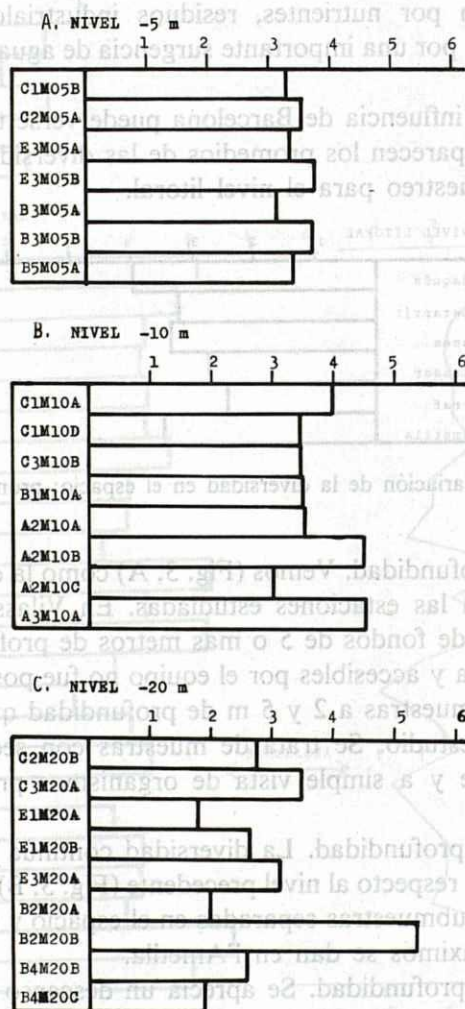


Fig. 3. Variación en el espacio de la diversidad a distintas profundidades.

Vemos que, en conjunto, la diversidad va aumentando con la profundidad hasta un nivel de 10 metros (Fig. 4). A partir de este nivel el sustrato va siendo ocupado por poblaciones animales, en forma mayor o menor, dependiendo de factores como inclinación y

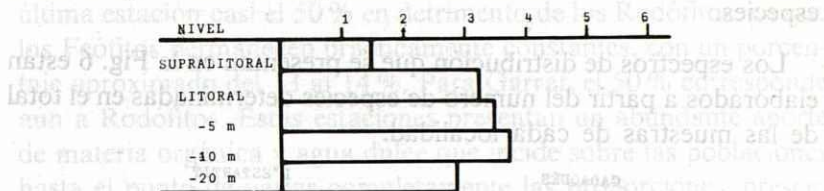


Fig. 4. Variación de la diversidad con la profundidad; promedios.

orientación entre otros. A 20 metros, según las muestras, aparecen predominantemente vegetales o animales que inducen las irregularidades bionómicas que se observan en este nivel. Por otra parte, las limitaciones impuestas probablemente por la luz habrán de afectar lógicamente a la diversidad en el sentido de rebajarla a medida que aumenta la profundidad.

Composición según los grandes grupos de algas

Se ha determinado un total de 227 especies de algas y 1 de fanerógamas en el conjunto de muestras estudiadas. Dejando aparte los grupos que sólo han aparecido ocasionalmente o aquellos que presentan escasos individuos bentónicos, nos centraremos casi de

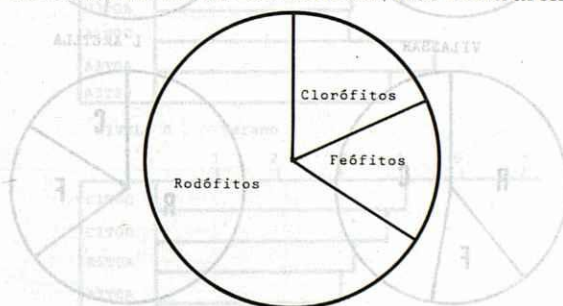


Fig. 5. Distribución de los grandes grupos de algas según el número de especies que se han hallado en las muestras estudiadas.

un modo exclusivo en los Clorófitos, Feófitos y Rodófitos que representan un total de 219 especies distribuidas según se representa en la Fig. 5.

Clorófitos, $n = 40$ especies; Feófitos, $n = 34$ y Rodófitos $n = 145$ especies.

Los espectros de distribución que se presentan en la Fig. 6 están elaborados a partir del número de especies determinadas en el total de las muestras de cada localidad.

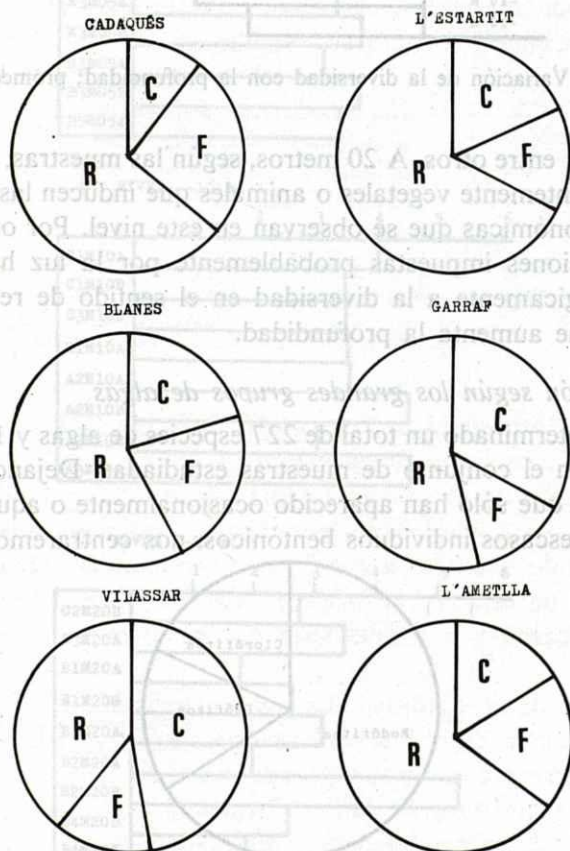


Fig. 6. Porcentajes de Clorófitos (C), Feófitos (F) y Rodófitos (R) en cada una de las estaciones de muestreo.

En Cadaqués, l'Estartit y l'Ametlla, los Rodófitos representan un porcentaje siempre superior al 50 %, y en la mayoría de los casos (la excepción es Blanes) por encima del 60 %. En Garraf y Vilassar aumenta el porcentaje de Clorófitos, alcanzando en esta última estación casi el 50 % en detrimento de los Rodófitos, ya que los Feófitos permanecen prácticamente constantes, con un porcentaje aproximado del 13 al 14 %. Para Garraf, el 50 % corresponde aún a Rodófitos. Estas estaciones presentan un abundante aporte de materia orgánica y agua dulce que incide sobre las poblaciones hasta el punto de variar completamente las proporciones, presentando una fisonomía completamente distinta de la del resto de estaciones.

Variación estacional de la diversidad y de los porcentajes de los grandes grupos de algas

No hay una variación estacional de la diversidad significativa, dado que sus valores para una misma estación del año presentan

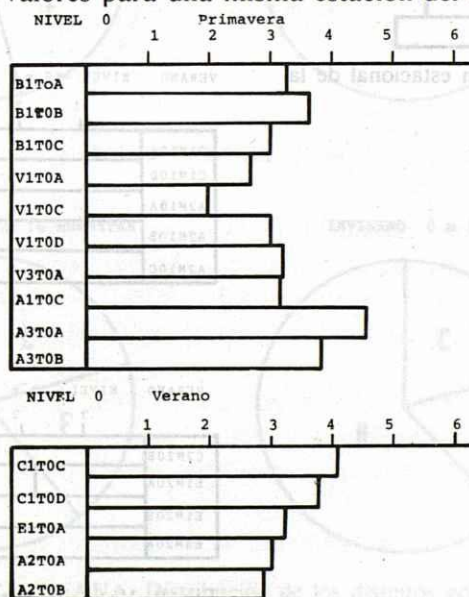


Fig. 7. Variación estacional de la diversidad.

fuertes oscilaciones (Figs. 7-8-9). Pero observando los espectros de distribución de los principales grupos de algas pueden apreciarse ciertas variaciones estacionales.

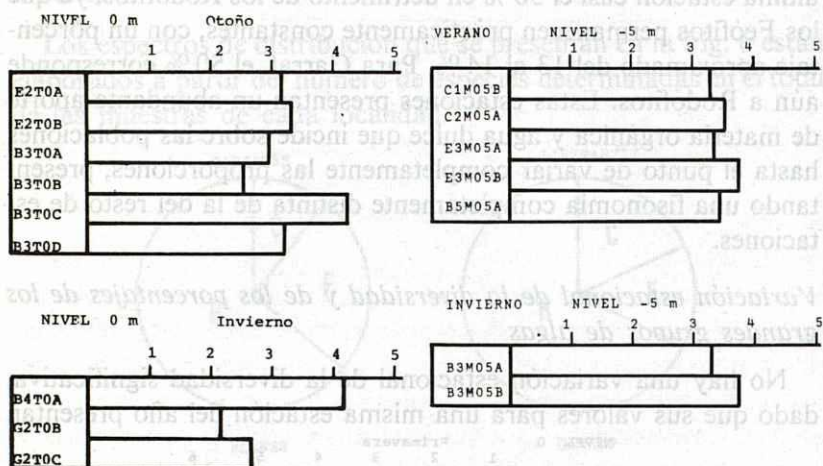


Fig. 8. Variación estacional de la diversidad.

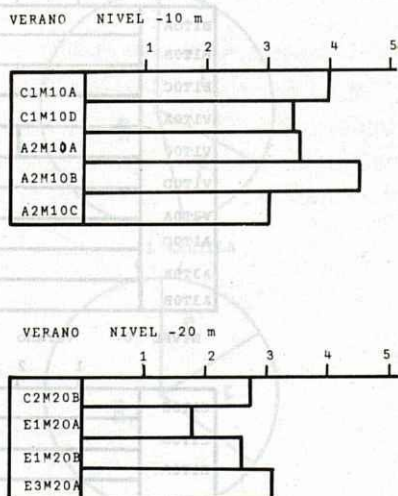


Fig. 9. Variación estacional de la diversidad a diferentes profundidades.

En el nivel 0 se observa la abundancia de Clorófitos en primavera y el descenso del porcentaje en verano, con valores similares a los de primavera en otoño e invierno. Los Feófitos, con un porcentaje estable a lo largo del año, sufren también un descenso en verano que junto con el de los Clorófitos dan un elevado porcentaje de Rodófitos (Fig. 10).

Sólo para verano disponemos de espectros obtenidos con un cierto número de muestras para todas las profundidades (Fig. 10-11). Al pasar del nivel 0 a los 5 m de profundidad vemos un

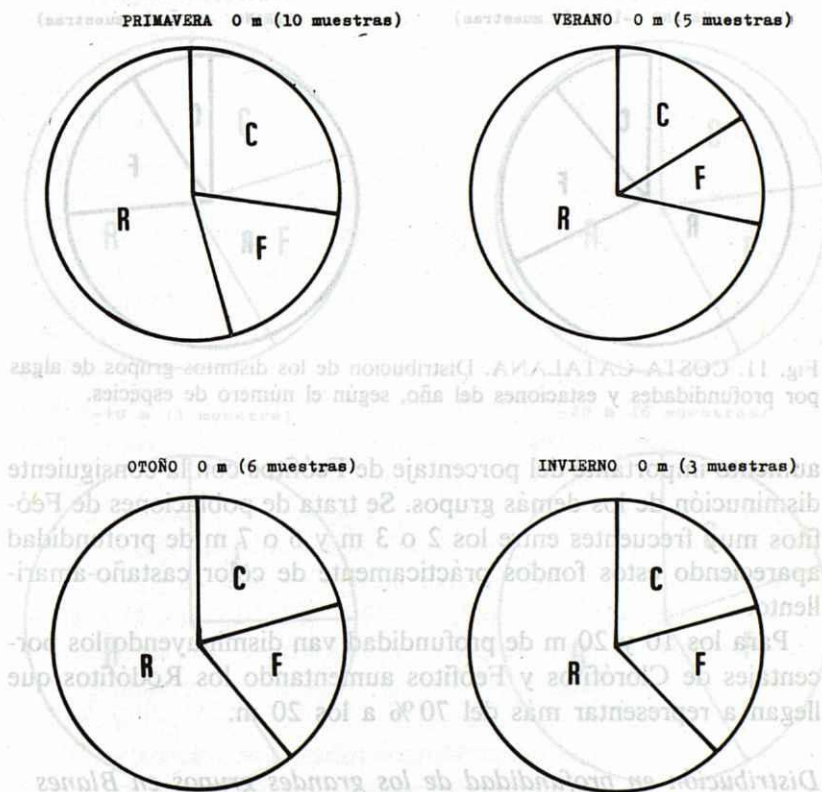


Fig. 10. COSTA CATALANA. Distribución de los distintos grupos de algas en el nivel litoral, según el número de especies y las estaciones del año.

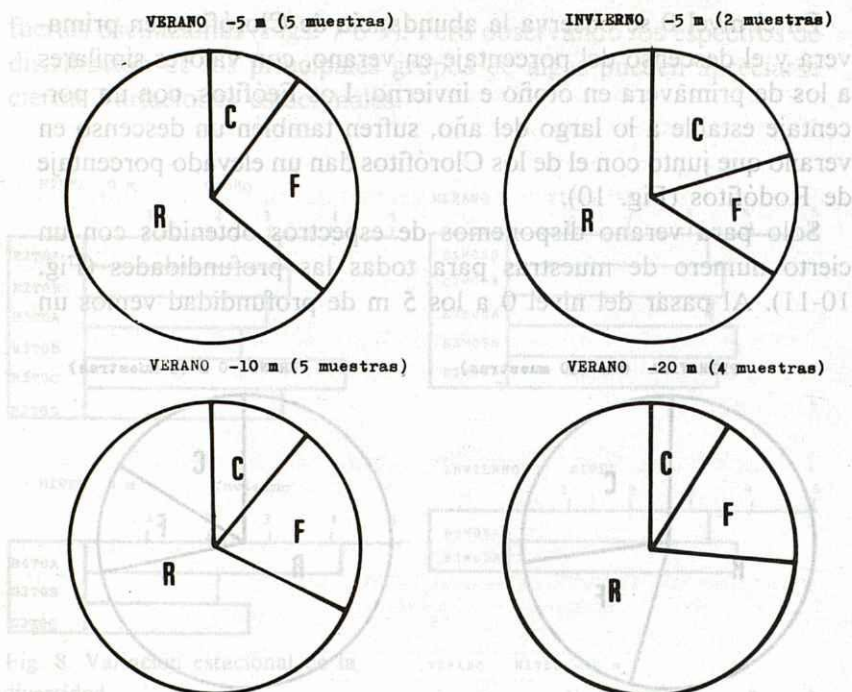


Fig. 11. COSTA CATALANA. Distribución de los distintos grupos de algas por profundidades y estaciones del año, según el número de especies.

aumento importante del porcentaje de Feófitos con la consiguiente disminución de los demás grupos. Se trata de poblaciones de Feófitos muy frecuentes entre los 2 o 3 m y 6 o 7 m de profundidad apareciendo estos fondos prácticamente de color castaño-amarillento.

Para los 10 y 20 m de profundidad van disminuyendo los porcentajes de Clorófitos y Feófitos aumentando los Rodófitos que llegan a representar más del 70 % a los 20 m.

Distribución en profundidad de los grandes grupos en Blanes

Se han calculado los porcentajes de la distribución en profundidad de los tres grandes grupos de algas considerados. Aquí se

presentan (Fig. 12) los valores obtenidos en Blanes, puesto que se trata de una de las estaciones más estudiadas y mejor conocidas.

En Blanes, las proporciones de Clorófitos, Feófitos y Rodófitos en cuanto al número de especies, se mantienen bastante constantes, y la variación con la profundidad es poco sensible. Los Rodófitos representan a todas las profundidades estudiadas más del 50 % del número de especies, con un valor muy cercano al 60 % (Fig. 12).

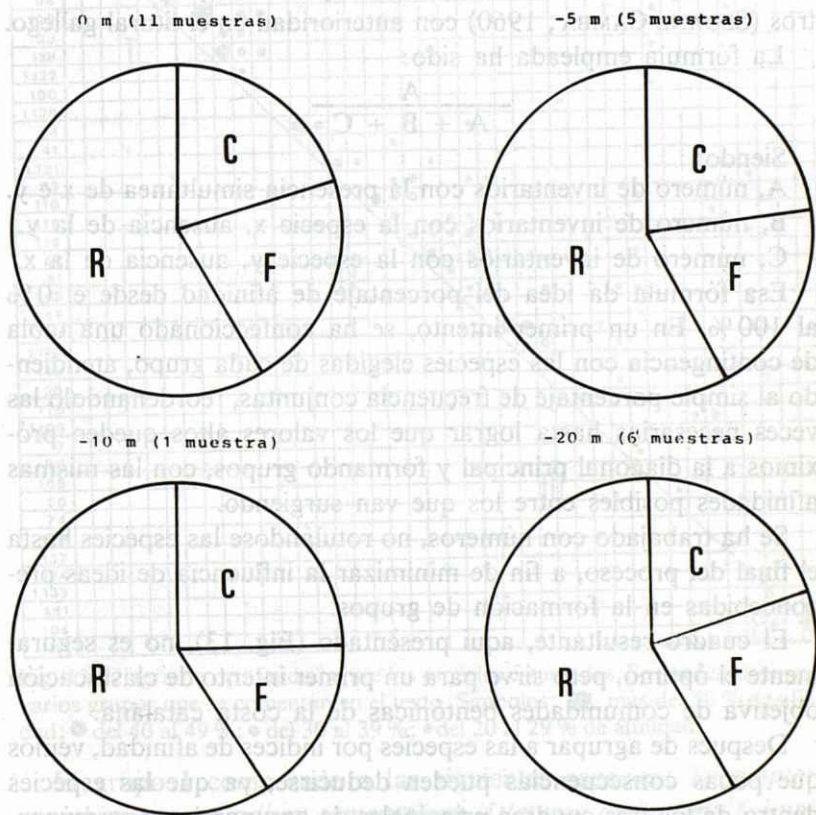


Fig. 12. BLANES. Distribución de los distintos grupos de algas por profundidades según el número de especies.

Afinidad entre especies

Se han calculado las afinidades entre las distintas especies, atendiendo sólo a un cierto número de ellas (limitación obligada debido a la capacidad del ordenador empleado y disponibilidad de tiempo del mismo). El criterio de elección de las especies que han entrado en el cálculo se ha basado en su frecuencia de aparición en las muestras, de este modo se minimiza en lo posible la componente aleatoria en estos casos.

Un trabajo similar había sido llevado ya a cabo por uno de nosotros (SEOANE-CAMBA, 1960) con anterioridad en el litoral gallego.

La fórmula empleada ha sido:

$$\frac{A}{A + B + C}$$

Siendo:

A, número de inventarios con la presencia simultánea de x e y.

B, número de inventarios con la especie x, ausencia de la y.

C, número de inventarios con la especie y, ausencia de la x.

Esa fórmula da idea del porcentaje de afinidad desde el 0 % al 100 %. En un primer intento, se ha confeccionado una tabla de contingencia con las especies elegidas de cada grupo, atendiendo al simple porcentaje de frecuencia conjuntas, reordenándolo las veces necesarias hasta lograr que los valores altos queden próximos a la diagonal principal y formando grupos, con las mismas afinidades posibles entre los que van surgiendo.

Se ha trabajado con números, no rotulándose las especies hasta el final del proceso, a fin de minimizar la influencia de ideas preconcebidas en la formación de grupos.

El cuadro resultante, aquí presentado (Fig. 13), no es seguramente el óptimo, pero sirve para un primer intento de clasificación objetiva de comunidades bentónicas de la costa catalana.

Después de agrupar a las especies por índices de afinidad, vemos que pocas consecuencias pueden deducirse, ya que las especies dentro de los tres cuadros principales de agrupamiento se reúnen, preferentemente, debido a un cierto factor de profundidad. Esta información se recoge en la Fig. 13.

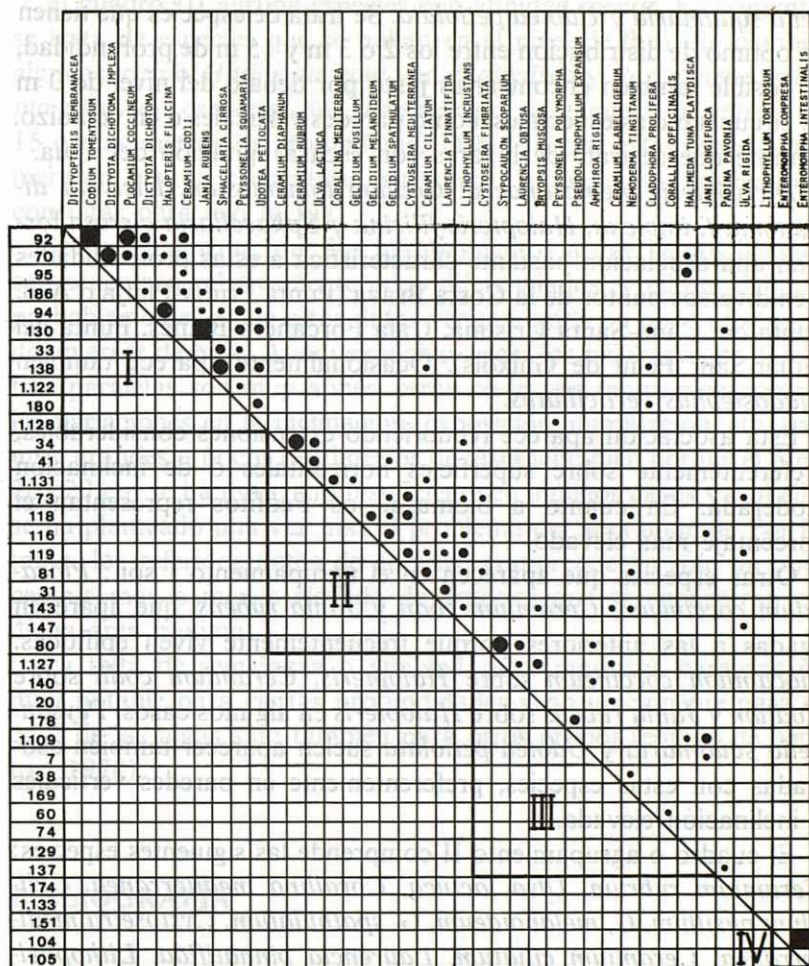


Fig. 13. Diagrama de afinidad entre las especies estudiadas. Se pueden distinguir varios grupos que se comentan en el texto. Símbolos: ■ más del 50 % de afinidad; ● del 40 al 49 %; • del 30 al 39 %; • del 20 al 29 % de afinidad.

El grupo I comprende a las siguientes especies: *Dictyopteris membranacea*, *Codium tomentosum*, *Dictyota dichotoma* f. *implexa*, *Plocamium coccineum*, *Dictyota dichotoma*, *Halopteris filicina*, *Ceramium codii*, *Jania rubens*, *Sphacelaria cirrosa*, *Peysson-*

nelia squamaria y *Udotea petiolata*. Se trata de especies que tienen un óptimo de distribución entre los 2 o 3 m y 15 m de profundidad, es posible también encontrarlas justo por debajo del nivel de 0 m en circunstancias especiales, como paredes verticales o en voladizo, siempre que se trate de lugares con escasa agitación del agua.

Dictyopteris membranacea, *Codium tomentosum*, *Dictyota dichotoma* f. *implexa*, *Halopteris filicina* y *Sphacellaria cirrosa* forman una asociación bastante característica a estas profundidades y en diversos puntos de la Costa Brava (Punta Prima-Platja d'Aro, Punta del Canó-Santa Cristina, Cala Forcanera-Blanes, Punta del Molar-Sant Feliu de Guixols). Ocasionalmente aparece también *Cladostephus verticillatus*.

Esta asociación aparece recubriendo extensiones considerables, preferentemente sobre superficies horizontales o de inclinación moderada. En cuanto a biomasa, los Feófitos representan el porcentaje más elevado.

Otras especies que aparecen en el agrupamiento I son: *Plocamium coccineum*, *Ceramium codii* y *Jania rubens*, que aparecen ligadas a las anteriores porque frecuentemente viven epifíticas. *Plocamium coccineum* sobre *Halopteris*, *Ceramium codii* sobre *Codium* y *Jania rubens* sobre *Halopteris* en algunos casos. *Peysonnelia squamaria* y *Udotea petiolata* suelen aparecer también asociadas con estas especies, preferentemente en paredes verticales o inclinación elevada.

El cuadro o agrupamiento II comprende las siguientes especies: *Ceramium rubrum*, *Ulva lactuca*, *Corallina mediterranea*, *Gelidium pusillum*, *G. melanoideum*, *G. spathulatum*, *Cystoseira mediterranea*, *Ceramium ciliatum*, *Laurencia pinnatifida*, *Lithophyllum incrustans*, *Cystoseira fimbriata*. En su mayoría se trata de especies que presentan su óptimo de distribución en el nivel de 0 m o ligeramente superior. *Ulva lactuca* y *Corallina mediterranea* corresponden a aguas más bien polucionadas; en cambio *Cystoseira mediterranea* a lugares batidos. Estas especies presentan pues una cierta afinidad aunque corresponden a horizontes de poblaciones distintas.

El cuadro III agrupa especies con afinidad menor. En conjunto se trata de especies que se hallan en el nivel de 0 m. En cambio algunas, como *Halimeda tuna* var. *platydisca* y *Peysonnelia polymorpha*, son especies que generalmente se encuentran entre 5 y 15 o más metros de profundidad. Debido a que estas especies no merecen ningún comentario particular, no se citan, pudiéndose consultar para ello la Fig. 13.

Se ve, finalmente, que los agrupamientos a que hemos llegado se encuentran relativamente poco diferenciados, y ello es debido, probablemente, a que estos datos vengan quizá un poco afectados de un error de base. Aunque muchas veces los resultados de muestras paralelas son muy afines, otras no lo son tanto, bien porque las variaciones en la inclinación, exposición, iluminación, etc. son muy grandes a pocos centímetros de distancia; bien porque el área 20×20 cm se ha mostrado insuficiente en muchos casos y con ello se ha planteado una vez más el problema del área mínima. Por lo tanto, los referidos datos de afinidad comprenderán sólo un porcentaje más o menos elevado de especies que se encuentran en dicha área mínima.

La falta de semejanza o afinidad entre muestras paralelas es muy notable para ciertas profundidades y no únicamente para el caso de las algas sino también para otros grupos (equipo de bentos, 1974).

BIBLIOGRAFÍA

- EQUIPO DE BENTOS (Varios autores).— 1972-1973. *Estudio ecológico de las comunidades bentónicas de sustratos duros de la zona superior de la plataforma continental mediterránea española*. Avances de trabajo I, II y III. Inédito.
- EQUIPO DE BENTOS (Varios autores).— 1974. *Estudio ecológico de las comunidades bentónicas de sustratos duros de la zona superior de la plataforma continental mediterránea española*. Memoria, 2 vol. Inédito.

- SEOANE CAMBA, J.— 1960. Comunidades algales de la ría de Vigo. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Biol.)*, 58.
- SHANNON, C. E. & WEAVER, W.— 1963. *The mathematical theory of communication*. Univ. Illinois Press. Urbana.
- SOLÉ, L.— 1959. Geografía física. El relieve. En: *Geografía de Catalunya*. Aedos. Barcelona.

El cuadro o agrupamiento II comprende las siguientes especies:

Ceramium rubrum, *Ulva lactuca*, *Corallina mediterranea*, *Gelidium pusillum*, *G. melanoideum*, *G. spathulatum*, *Cystoseira mediterranea*, *Ceramium ciliatum*, *Laurencia pinnatifida*, *Lithophytum* de Santos (Varios autores) 1973-1974. Estudio ecológico de las comunidades bentónicas de suscitados de la zona superior de la plataforma continental mediterránea española. Avances de la biología marina, vol. II y III. Madrid.

Bóro de Santos (Varios autores) 1974. Estudio ecológico de las comunidades bentónicas de suscitados de la zona superior de la plataforma continental mediterránea española. Memoria 2 vol. I-II.