



IV Jornadas de Flora, Fauna y Ecología del Campo de Gibraltar

Tarifa, 15, 16 y 17 de octubre de 1999



MANCOMUNIDAD DE MUNICIPIOS
DEL CAMPO DE GIBRALTAR

Departamento de Cultura

ALMORAIMA - Revista de Estudios Campogibraltares
Número 23 - Abril 2000

IMPORTANCIA DE LA PRESENCIA DE VEGETACIÓN EN UN ECOSISTEMA MARINO: DISTRIBUCIÓN DE LA MACROFAUNA DE UNA PRADERA DEL ALGA 'CAULERPA PROLIFERA' EN LA BAHÍA DE ALGECIRAS.

J. Emilio Sánchez Moyano / E. Manuel García Adiego / Darren. A. Fa / J. Carlos García Gómez
Laboratorio de Biología Marina (Palmones-Los Barrios). Universidad de Sevilla.

INTRODUCCIÓN

La presencia de vegetación en los ecosistemas marinos determina, en condiciones normales, la existencia de una mayor diversidad y densidad animal que en los sustratos adyacentes sin cobertura (Heck y Orth, 1980; Orth et al, 1984; Summerson y Peterson, 1984; Bell y Westoby, 1986; Arias y Drake, 1994; Stoner et al, 1995, entre otros). Entre los factores que condicionan esta riqueza se encuentran la presencia de mayor número de microhábitats para el establecimiento y desarrollo de los organismos; aporte de gran cantidad de recursos alimenticios; supone protección frente a los depredadores; permite la deposición y estabilización del sedimento y la materia orgánica; reduce las fuerzas hidrodinámicas; y juegan un papel importante en la captura de nutrientes. Aunque la mayoría de los autores coinciden en señalar a la complejidad del hábitat como más relevante para la diversidad animal (Sánchez Moyano, 1996).

Pese a no representar un medio tan rico y estructurado como las praderas de fanerógamas marinas, las formaciones de la macroalga *Caulerpa prolifera* constituyen un buen ejemplo del funcionamiento de estos sistemas y su influencia en el medio litoral.

El alga *Caulerpa prolifera* (Forsskal) Lamouroux suele formar densas praderas sobre fondos blandos desde 1m. hasta los 20 m. de profundidad. Está constituida por una serie de estolones o cauloides que forman una densa red del que parten hacia el sustrato unos finos rizoides y hacia arriba unos frondes o filoides erguidos y aplanados. Es un alga de afinidades subtropicales y está fuertemente influida por las fluctuaciones estacionales del medio. Muestra un ciclo de crecimiento y reproductor muy dependiente de la temperatura del agua. Se ha observado en puntos del Mediterráneo francés que sufre una fuerte regresión durante los años con inviernos rigurosos, y, por el contrario, una extensión notable los veranos siguientes a inviernos suaves (Meinesz, 1980).

El ciclo biológico del alga es intermedio entre las algas anuales y las perennes. La pradera siempre permanece (la desaparición del talo antiguo y la aparición del nuevo es más o menos progresiva) pero ninguna parte del alga vive más de un año. Esto tendrá influencia en la posible fijación de epífitos sobre el fronde, que deben ser obligatoriamente de ciclo corto. Además, las especies del orden Caulerpales suelen producir **metabolitos secundarios** que son tóxicos o bien disuasorios. En *Caulerpa prolifera*, el metabolito secundario más abundante es la caulerpenina (Paul y Fenical, 1987), que por un lado impide el asentamiento de la mayoría de epífitos y, por otro, evita la depredación por parte de los herbívoros. Sólo existen unas pocas especies animales, moluscos ascoglosos, que han desarrollado mecanismos de detoxificación, que por una parte los hacen dependientes de la presencia del alga, pero por otra les elimina toda competencia con otras especies herbívoras. En nuestras aguas son tres los ascoglosos que se alimentan de este alga: *Lobiger serradifalci*, *Oxynoe olivacea* y *Cylindrobulla fragilis*.

El medio físico de estas praderas son áreas muy protegidas, de poco hidrodinamismo, poca renovación de agua y con importantes aportes de materia orgánica. Los pequeños puertos suelen ser lugares preferenciales. La producción de toxinas y el medio donde viven podría hacer pensar que constituye un ecosistema pobre. Sin embargo, su alto poder de retención de sedimentos (que ocasiona una cierta humificación del medio y cambios en la composición granulométrica), junto a los beneficios de la presencia de una cobertura vegetal, permite el establecimiento de importantes poblaciones animales.

La presencia de una pradera de *Caulerpa prolifera* en la bahía de Algeciras nos ha permitido poner de manifiesto la importante influencia de la densidad del alga sobre la composición y estructura de la comunidad animal asociada.

MATERIAL Y MÉTODOS

La pradera de *Caulerpa prolifera* se localiza en el saco interno de la bahía de Algeciras, protegida por el espigón de San Felipe (La Línea) (Figura 1). Es una zona de escasa renovación de agua y bajo hidrodinamismo, utilizada en parte como embarcadero y que recibe varios efluentes urbanos sin tratar. La pradera abarca una superficie de unos 600 m² comprendida entre los cinco y dos metros de profundidad.

Las estaciones se establecieron a lo largo de tres transectos paralelos permanentes de 200 metros de longitud y con una separación de aproximadamente 100 m. entre sí, orientados hacia el este y que cubrían la práctica totalidad de la pradera. Se seleccionaron un total de 10 estaciones atendiendo a su situación y a la densidad de planta observada.

El primer muestreo se realizó durante el mes de septiembre de 1992 coincidiendo con el periodo de mayor desarrollo vegetativo del alga (Meinesz, 1980). Para el seguimiento de la evolución temporal se plantearon muestreos siguiendo los distintos periodos del ciclo vegetativo de *C. prolifera*: noviembre 92; febrero 93 y mayo 93.

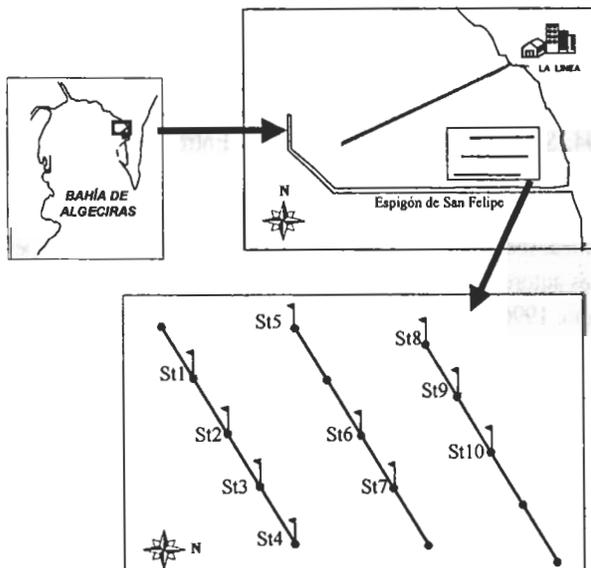


Figura 1. Localización de la pradera de *Caulerpa prolifera* en la Bahía de Algeciras y situación de los puntos de muestreo.

En cada estación se tomaron cinco réplicas con una calicata de 15x15 cm de perímetro y de 5 cm de altura obteniéndose una muestra total de 1.125 cm². Todo el volumen era extraído y embolsado y etiquetado in situ. Cada réplica era tamizada en agua de mar por una luz de malla de 0.5 mm y, posteriormente, se procedía a la separación, determinación y contabilización de las distintas especies. El conjunto de la comunidad animal seleccionada ha sido la macrofauna de invertebrados, tanto sésiles como vágiles. Peces y grandes invertebrados como anémonas, equinodermos o ascidias han quedado excluidos.

La biomasa algal de cada réplica fue calculada para frondes y estolones por separado y expresada como peso seco (tras 24 horas a 70°C). Durante el muestreo se anotó la cobertura vegetal observada a lo largo de los tres transectos según una escala subjetiva de 0 a 5.

El porcentaje de materia orgánica del sedimento se calculó mediante calcinación a 500°C durante cinco horas de tres réplicas de 2 gr de sedimento seco. Y la granulometría del sedimento, debido a un predominio de la fracción fina o pelítica, se determinó mediante el método de Boyoucos (1934) con el que se obtienen el porcentaje de las fracciones de arenas, limos y arcillas.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

La evolución del ciclo vegetativo de *Caulerpa prolifera* es muy dependiente de la temperatura del agua (Meinesz, 1980). En la Figura 2 se muestra la evolución de las temperaturas máxima y mínima. Destaca la notable diferencia entre las temperaturas de octubre y noviembre, al menos en las máximas, así como la existencia de pocas oscilaciones durante los meses invernales. Especialmente durante la época más cálida, las diferencias entre temperaturas máxima y mínimas resultaron mínimas, sobre todo a partir de septiembre, hecho debido fundamentalmente a la baja tasa de renovación de agua de esta zona.

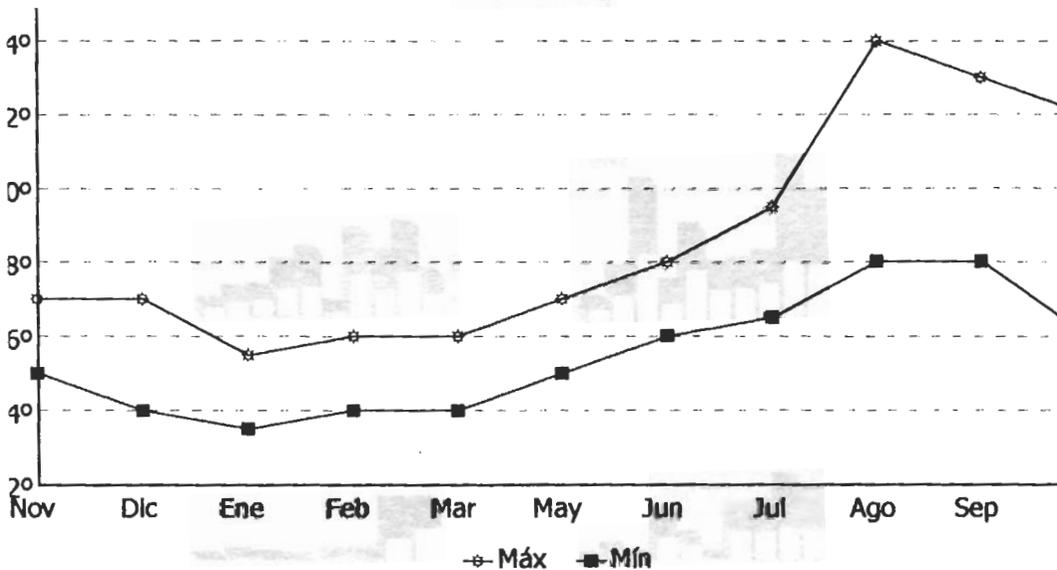


Figura 2. Variación temporal de las temperaturas máxima y mínima del agua en la zona de estudio.

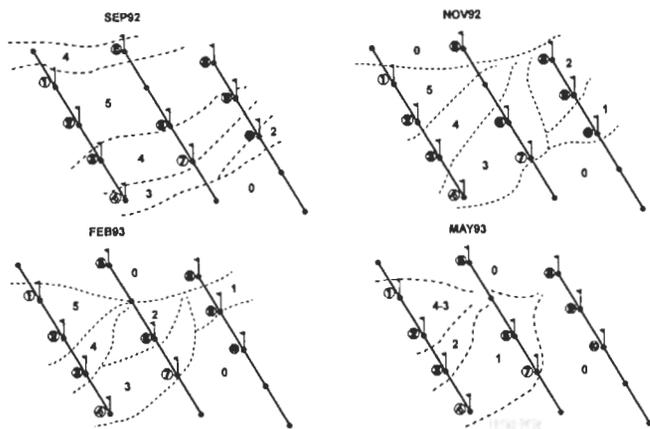


Figura 3. Distribución de la cobertura vegetal a lo largo de la zona de estudio en cada uno de los muestreos según una escala subjetiva.

0: sin cobertura; 1: <5%; 2: 5-25%; 3: 25-50%; 4: 50-75%; 5: >75%.

este momento. El núcleo de las estaciones 1 y 2 se mantiene sin cambios. Y finalmente, en mayo, aunque ya se origina una ligera recuperación de las temperaturas, persiste el fenómeno de reducción de la cobertura. Presumiblemente a partir de este momento debería producirse un desarrollo intensivo de la vegetación.

Estas tendencias pueden ser clarificadas mediante la evolución de los valores de biomasa algal (biomasa total, frondes y estolones) en cada uno de los muestreos y estaciones estudiadas (Figura 4). En septiembre se observa como son las estaciones 1, 2 y 8 las de mayor biomasa total. En siguientes muestreos se produce una disminución generalizada en todos los puntos, siendo más notables en las estaciones 5 y 8. Las estaciones 1 y 2, tras la reducción producida en noviembre, se mantiene en unos valores similares durante el resto del periodo de muestreo constituyendo prácticamente en mayo el último reducto de la pradera.

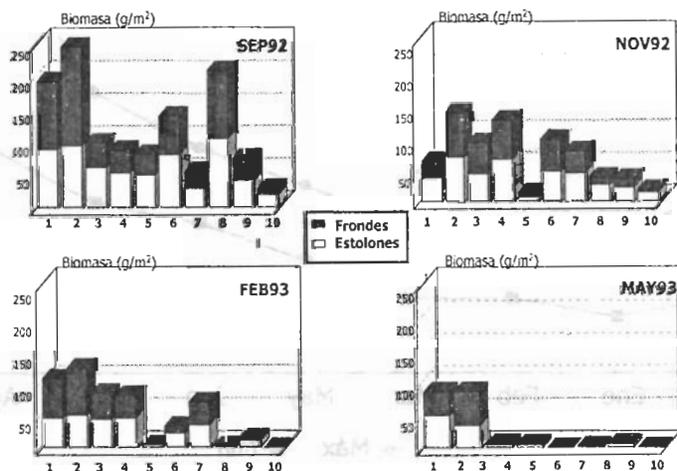


Figura 4. Evolución de los valores de biomasa algal (total, frondes y estolones) en cada uno de los muestreos realizados.

La influencia de la temperatura sobre el desarrollo del alga puede constatare en las medidas subjetivas de la cobertura vegetal durante los cuatro muestreos (Figura 3). Durante septiembre, en el periodo de temperaturas más elevadas, se produce el mayor desarrollo de la pradera con la existencia de una gran superficie con cobertura máxima. En noviembre, se produce una caída drástica de las temperaturas que se refleja en una reducción de la superficie total ocupada. Esta reducción de la cobertura se hace más evidente en la zona más profunda (alrededor de las estaciones 5 y 8). El área comprendida entre las estaciones 1 y 2 permanece más invariante, posiblemente gracias a la protección del cercano espigón. En febrero se acentúa la reducción de la superficie vegetada. Destaca la estación 8 la cual presentaba una cobertura máxima durante verano y que, sin embargo, ha perdido todo vestigio de alga en

Los estolones de *Caulerpa* tienen una gran capacidad retentiva del sedimento favoreciendo su estabilización y una cierta humificación del medio. Por ello, la densidad de planta debe estar influyendo la composición granulométrica y el porcentaje de materia orgánica del sedimento. La granulometría de cada punto de muestreo en base a su composición de limo, arcilla y arena se representa en la Figura 5. En aquellas estaciones con una mayor densidad de planta (1, 2 y 8, por ejemplo) observamos un predominio de la fracción pelítica, fundamentalmente limos. En zonas más desnudas, como la estación 10, o en aquellas situadas en los extremos de la pradera, como la 5 y 7, la presencia del componente arenoso es más notable. No obstante y en líneas generales, la granulometría de la zona oscila entre el fango arenoso y la arena fangosa.

En la Figura 6 representamos los valores de porcentaje de materia orgánica obtenidos en el muestreo de septiembre. Las diferencias espaciales son notables, existiendo un gradiente de mayor a menor porcentaje orgánico desde el primer transecto (estaciones 1, 2, 3 y 4) al último. La cercanía del espigón de San Felipe al primer transecto debe ejercer cierta protección así como modificar las pautas de corrientes en la zona favoreciendo la deposición del material fino. De hecho, las estaciones 1 y 2 presentan unos valores muy elevados (próximos al 16%). De igual forma se observa como la estación 8 en Septiembre representa un nuevo pico de materia orgánica gracias a la alta densidad de planta, mientras que el mínimo se localiza en la estación 10 donde la presencia de *Caulerpa* es mucho menor. En fondos blandos desprovistos de vegetación López-Jamar (1986) considera que existen fuertes evidencias de contaminación de origen orgánico con valores alrededor del 7%. En otras áreas de la bahía de Algeciras los valores normales rondan, por ejemplo, en fondos arenosos de la ensenada de Getares entre 1'39 y 3'11%, en fondos biodetríticos con componentes fangosos de las proximidades del pantalán de CEPESA entre 1'06 y 4%, mientras que el punto de máxima contaminación orgánica de la bahía, la ensenada del Saladillo, posee unos valores que han oscilado entre 10'33 y 21'06% (Estacio, 1996). Por tanto, los valores registrados en la pradera constituyen una muestra clara de la humificación que provoca la presencia de vegetación.

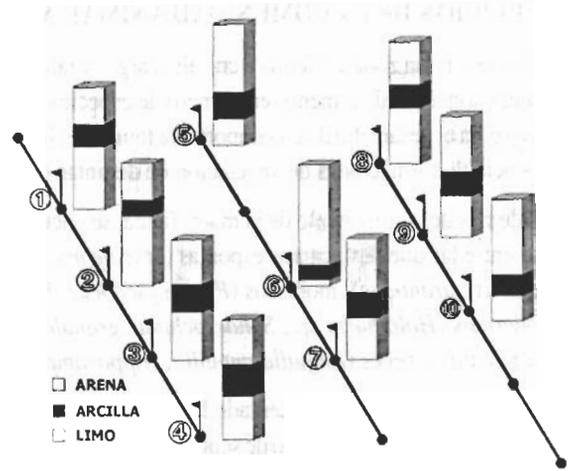


Figura 5. Composición granulométrica (limo, arcilla y arena) en cada una de las estaciones.

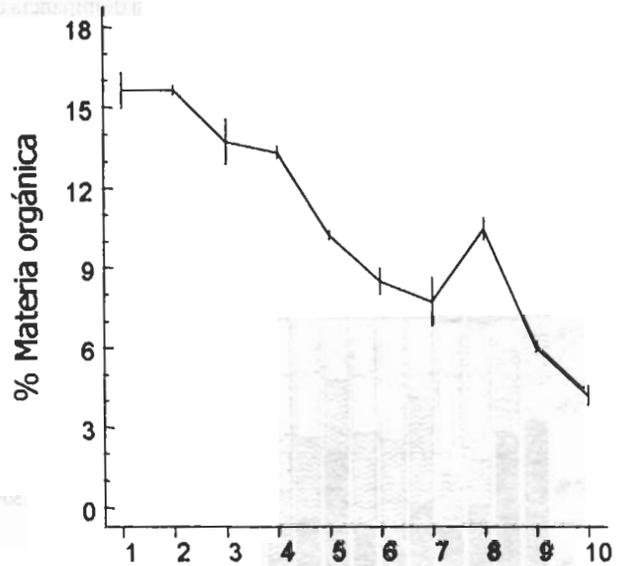


Figura 6. Evolución de los valores del porcentaje de materia orgánica del sedimento en el muestreo de septiembre. Las líneas verticales muestran la desviación típica en cada punto.

DESCRIPCIÓN DE LA COMUNIDAD ANIMAL ASOCIADA

El hecho de ser una zona sometida a una alta carga orgánica y con escasa renovación de sus aguas podría suponer una escasa representación animal, al menos en número de especies. Sin embargo, la presencia de la pradera en sí misma constituye un atractivo para el desarrollo de una importante fauna, hecho que se ve incrementado por el nivel de heterogeneidad que supone la presencia de formaciones de vegetación de distintas densidades junto con zonas desnudas.

Además del componente de la macrofauna, se encuentran bien representados también una serie de especies de mayor tamaño entre las que destacamos esponjas (*Mycale macilentata* e *Hymeniacidon sanguinea*), antozoos (*Anemonia sulcata* y *Condylactis aurantiaca*), moluscos (*Pecten jacobaeus*, *Sepia officinalis* y *Octopus vulgaris*), crustáceos (*Maja squinado*), equinodermos (*Holothuria sp.*, *Sphaerochinus granularis*), ascidias (*Phallusia mammillata*, *Microcosmus squamiger* o *Styella plicata*) y peces (*Anguilla anguilla*, *Hippocampus hippocampus*, *H. racemosus*, *Sparus aurata*,...).

En la Figura 8 se ha representado la contribución de los distintos grupos taxonómicos a la composición faunística de cada estación durante el muestreo de septiembre 92, que coincide con el momento de máximo desarrollo de la pradera y puede servir por ello para ilustrar mejor las diferencias espaciales detectadas en base a la densidad de alga.

Las estaciones 1, 2 y 8 son las que poseen el mayor porcentaje de moluscos de todos los puntos y donde constituyen el grupo predominante. Esta situación coincide con las áreas de mayor densidad de planta. Las especies que más aportan a ese porcentaje suelen ser animales que reptan sobre los frondes o que necesitan una superficie para asentarse. Dentro de las especies que necesitan una superficie destacamos al bivalvo *Anomia ephippium*, aunque, las especies más abundantes son los prosobranquios *Pusillina radiata*, con una dominancia de 22'30, 29'43 y 13'97% respectivamente en cada estación, y *Jujubinus striatus*. En la estación 2, punto que presenta el pico más alto de biomasa de alga, los bivalvos están escasamente representados debido posiblemente al impedimento físico que supone el sistema de estolones para el desarrollo de este grupo animal. De hecho, si representamos la contribución de cada una de las clases de moluscos encontradas (bivalvos, prosobranquios y opistobranquios) (Figura 7), podemos observar el predominio de los prosobranquios en la estación 2 frente al resto de estaciones donde el grupo principal, dentro de los moluscos, está constituido por los bivalvos.

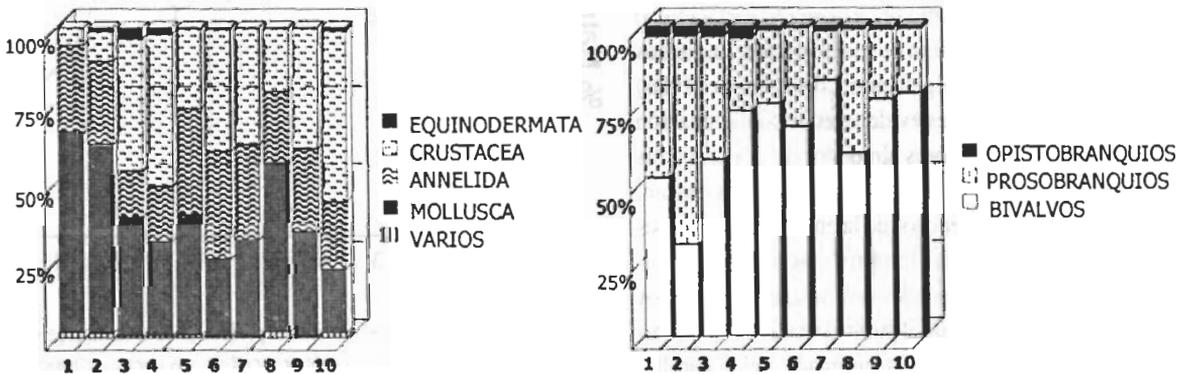


Figura 7. Porcentajes de los distintos grupos taxonómicos y de moluscos en cada estación durante el muestreo de septiembre de 1992.

Como ocurre con *Anomia ehippium*, existen otras especies muy dependientes de superficie hábiles para asentarse como, por ejemplo, el poliqueto de la familia Spirorbidae *Pileolaria militaris* que crece sobre los frondes o el briozoo *Watersipora subovoidea*, típico de zonas portuarias donde desarrolla grandes colonias pero que, sin embargo, sobre esta alga sólo puede crecer de forma restrictiva, a modo de pequeñas colonias situadas en la parte inferior de los frondes, zona de la planta que persiste durante más tiempo.

Otro aspecto a resaltar es la escasa representación de los crustáceos en estas estaciones, especialmente en 1 y 2, tanto especies de hábitos nadadores, por ejemplo algunos gammáridos, como especies de la interfase agua sedimento como los tanaidáceos *Apeudes latreillei* y *Apeudes talpa* (ambas especies son de gran importancia cuantitativa en el resto de la pradera).

En las estaciones 3 y 4 sí apreciamos un importante porcentaje de artrópodos debido fundamentalmente a la especie *Apeudes latreillei*, con los máximos de dominancia cuantitativa de toda la zona de estudio (29'56 y 37'37% respectivamente). Otro aspecto es la presencia casi exclusiva en ambas estaciones del equinodermo *Cucumaria planci*, que si no es muy abundante sí resulta importante cualitativamente.

En las estaciones 5, 6 y 7 existe un mejor reparto entre los tres grupos principales: Moluscos, Anélidos y Artrópodos. Dentro de los moluscos cabe señalar al bivalvo *Abra alba*. A partir de la zona delimitada por estas estaciones empiezan a abundar dos especies de poliquetos de la familia Capitellidae: *Notomastus latericeus* y *Capitella capitata*. Ambas especies son típicas de medios orgánicamente enriquecidos y, especialmente la segunda especie, han sido catalogadas como buenas indicadoras de contaminación. También comienza a tener cierta importancia el oligoqueto *Aktedrilus cf. monospermathecus*, aunque será en los próximos muestreos cuando adquiera un mayor protagonismo. Como representantes de los artrópodos señalar al gammárido *Corophium amulatum* y, especialmente, a los tanaidáceos *A. latreillei* y *A. talpa*. La estación 9 es muy similar a las tres anteriores en sus especies más dominantes.

La estación 10, situada en uno de los extremos de la pradera y prácticamente sin vegetación, muestra una dominancia muy repartida entre las distintas especies. Tan sólo destaca *A. latreillei* (12'18%) y *A. talpa* (9'45%), así como el caprélido *Pariambus typicus* (10'66%), único punto de toda la zona donde es cuantitativamente importante.

La evolución temporal de la composición faunística se detalla para cada punto de muestreo en la Figura 8. En la estación 1, a medida que se pierde densidad de planta, se produce una reducción en la importancia de los moluscos junto con un aumento de los artrópodos, salvo durante el muestreo de febrero donde vuelven a tener más peso los moluscos. La caída de este grupo se debe esencialmente a la disminución de la abundancia del prosobranquio *Pusillina radiata* (22'30% en septiembre, 5'57 en noviembre, 7'51 en febrero y 0'09% en mayo). También destacan los bivalvos *Abra alba* y *Loripes lacteus*. En mayo son prácticamente estas dos especies las más significativas dentro de los moluscos. Además, señalar la casi desaparición de *Anomia ehippium*. Dentro de los anélidos, el poliqueto *Neanthes caudata* es una de las especies más dominantes, aunque a partir de febrero, dos especies adquieren relevancia: *Exogone verugera* y el oligoqueto *Aktedrilus cf. monospermathecus*. En cuanto a los artrópodos, se observa un incremento del tanaidáceo *Apeudes latreillei* (desde 2'27% en septiembre a 14'35% en mayo).

La estación 2 mantiene una tendencia similar a lo largo del periodo de muestreo con una leve caída de los moluscos durante febrero. Al igual que en la estación 1, los artrópodos adquieren mayor importancia cuantitativa con la bajada de las temperaturas y consiguiente pérdida de biomasa algal. En cuanto a la composición específica y dentro de los moluscos, se produce una casi total desaparición del bivalvo *Anomia ehippium* a partir de febrero. Durante noviembre, se mantiene la fuerte dominancia de *Pusillina radiata* (20%). Desde febrero toman protagonismo especies de bivalvos que antes estaban

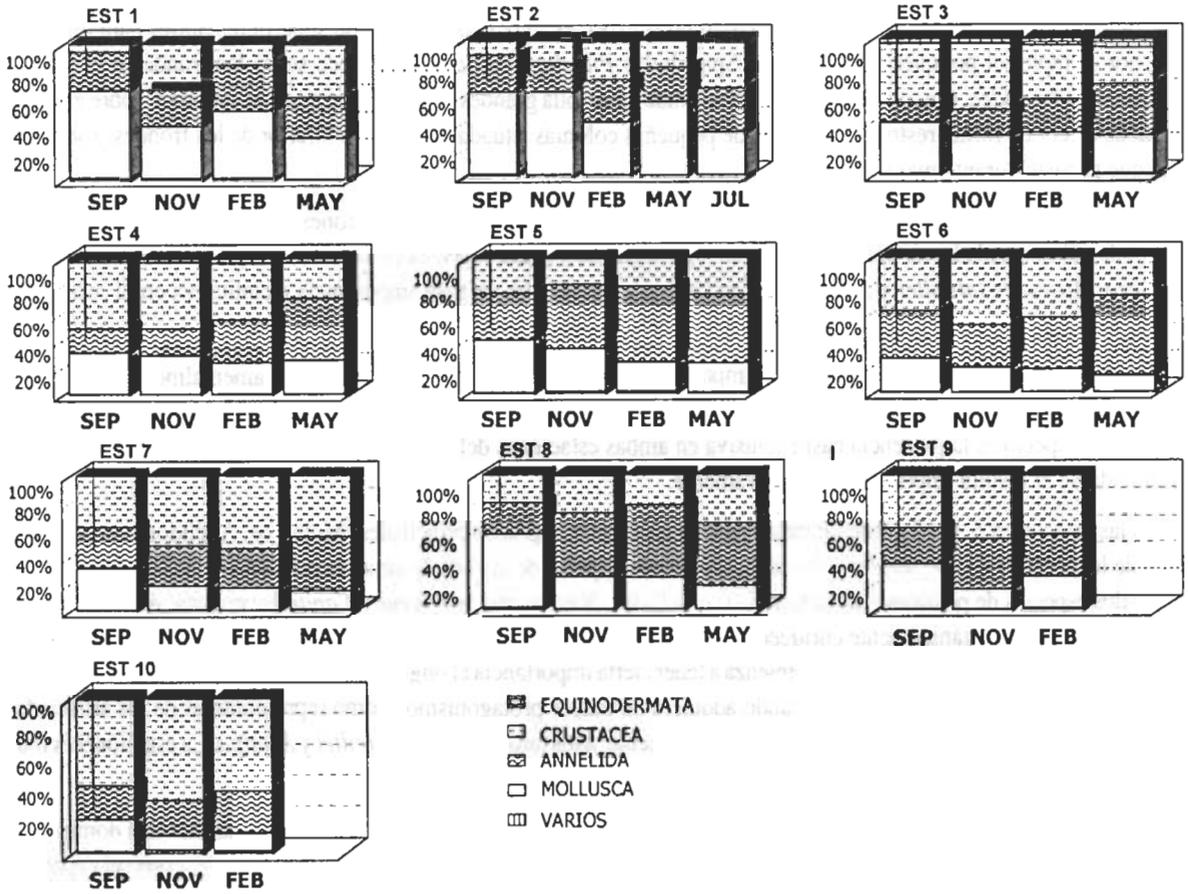


Figura 8. Evolución temporal de la contribución de cada grupo taxonómico en las distintas estaciones.

escasamente representadas, concretamente *Loripes lacteus* y *Abra alba* (de 2'82 y 2'52% en septiembre a 10'69 y 10'90% en mayo). En referencia al grupo de los anélidos, se produce una situación similar a la encontrada en la estación 1. Al igual que ocurriera con el bivalvo *Anomia ephippium*, el poliqueto *Pileolaria militaris* reduce considerablemente su número con la llegada de las bajas temperaturas.

En la estación 3 y 4 partimos de una situación en la cual el mayor porcentaje corresponde a los moluscos y artrópodos. Los moluscos son, no obstante, los que muestran una caída más importante en los meses posteriores, mientras que los anélidos aumentan progresivamente, junto con la disminución también del porcentaje de artrópodos. Dentro de los moluscos, la mayor dominancia de septiembre correspondía al prosobranchio *Pusillina radiata* aunque llega a desaparecer durante el muestreo de mayo, mientras que en los meses restantes son dos bivalvos, *Loripes lacteus* y *Abra alba*, quienes soportan el mayor porcentaje. Los anélidos, que poseían relativamente poco peso en los primeros muestreos, obtienen relevancia, especialmente en mayo, con especies como *Notomastus latericeus*, *Exogone verugera* y *Aktedrilus cf. monospermathecus*. En referencia a los artrópodos, el mayor peso radica sobre el tanaidáceo *Apsuedes latreillei* y cuya disminución en abundancia motiva la

caída de este grupo en los meses posteriores. Aunque sin duda un hecho diferenciador de estas dos estaciones es la presencia y relativa abundancia del equinodermo *Cucumaria planci*.

La estación 5 es un punto donde la reducción de biomasa algal se ha producido más drásticamente quedando prácticamente sin vegetación desde el segundo muestreo. La evolución temporal pasa por una cierta homogeneidad durante el primer muestreo entre los tres grupos taxonómicos principales, mientras se tiende en los siguientes meses a un aumento de la importancia de los anélidos y reducción de los otros dos, especialmente moluscos. Como especies de moluscos, destacar principalmente al bivalvo *Abra alba* y al prosobranquio *Pusillina radiata*, aunque éste sólo durante septiembre desapareciendo por completo en los siguientes muestreos. Los anélidos, grupo dominante en esta estación, están representados por los poliquetos *Capitella capitata* y *Notomastus latericeus*. Pero es a partir de noviembre cuando aparecen otras especies con alta dominancia como *Exogone verugera*, *Cirratulus filiformis* y *Akteredilus cf. monospermathecus*. Dentro de los artrópodos, en los meses de septiembre y noviembre la mayor dominancia correspondía a los tanaidáceos *Aapseudes latreillei* y *A. talpa*, pero desde febrero es muy abundante el gammárido *Corophium annulatum*.

Por su parte, la estación 6 muestra un predominio de los artrópodos, aunque desde el muestreo de febrero se aprecia un incremento en el porcentaje de anélidos que llegan a hacerse dominantes en el último mes. Los moluscos presentan una menor relevancia en este punto. Los anélidos están bien representados por *Capitella capitata* y *Notomastus latericeus* en los cuatro meses. Con la bajada de las temperaturas, y como ocurriese en otras estaciones, se desarrollan otras especies como *Exogone verugera*, *Cirratulus filiformis* y, especialmente, *Akteredilus cf. monospermathecus* que llega a tener en mayo un 23'04% de dominancia. En el grupo de los artrópodos es el tanaidáceo *Aapseudes talpa* uno de los más relevantes.

La estación 7 se comporta similarmente al anterior punto, tanto en la evolución de los porcentajes de los distintos grupos taxonómicos como en las especies implicadas, si bien en este caso se produce un mayor dominio de los artrópodos gracias a la contribución de los tanaidáceos *A. latreillei* y *A. talpa* y los gammáridos *Corophium annulatum* y *Erichthonius brasiliensis*.

La estación 8, una de las zonas de mayor densidad de planta durante el muestreo de septiembre, sufre una pérdida total de su cobertura que tendrá consecuencias en la composición final de su comunidad animal. Al igual que en las estaciones 1 y 2, durante el primer muestreo es manifiesto el predominio de los moluscos, pero tras la pérdida del alga este grupo cae sensiblemente dominando entonces los anélidos y más secundariamente los artrópodos. Entre los representantes de los moluscos es donde más se aprecia un mayor cambio. Así, durante septiembre abundan los bivalvos *Anomia ephippium*, *Loripes lacteus* y *Abra alba* y los prosobranquios *Jujubinus striatus* y *Pusillina radiata*. En noviembre se pueden destacar tan sólo *J. striatus* y *Abra alba*, especie que resulta la más abundante durante los siguientes meses. Los anélidos, que durante el primer muestreo sólo destacaba *Notomastus latericeus*, sufren un gran aumento con la participación de las mismas especies citadas en las anteriores estaciones. En cuanto a los artrópodos, la especie más significativa es *A. talpa* y *Corophium annulatum* (con más de 2.000 individuos por m² durante mayo).

Las estaciones 9 y 10 sólo se pudieron muestrear hasta febrero debido a la ejecución de pruebas para las obras del puerto que provocaron la pérdida de los puntos de referencia de ambas estaciones. En la estación 9 son los artrópodos los más abundantes durante todo el periodo de muestreo seguidos de los anélidos, mientras que los moluscos sólo alcanzan un máximo en septiembre. Dentro de los moluscos domina *P. radiata* en el primer muestreo, aunque luego desaparece completamente, y el bivalvo *A. alba*. Los anélidos sufren un cambio similar al descrito en las anteriores estaciones y con las mismas especies implicadas.

Y, por último, en la estación 10 el hecho más destacable y más diferenciador con el resto de puntos es el gran dominio durante todo el periodo de muestreo de los artrópodos (superior al 60%). En los moluscos resaltan pocas especies como *A.*

alba, al igual que los anélidos entre los que destacan *Notomastus latericeus* y *Exogone verugera*, aunque ambas con porcentajes muy bajos comparados con las anteriores estaciones. En los artrópodos, sin embargo, la especie más destacada es el caprélido *Pariambus typicus*, abundante durante todo el periodo de estudio, y *A. latreillei* y *Corophium annulatum*.

En resumen, podemos concluir que, debido a las peculiaridades del ciclo vegetativo de *Caulerpa prolifera*, con desarrollo y declive de su cobertura en un corto intervalo, la distribución de la macrofauna sigue también un patrón espacio-temporal dando lugar a un mosaico de abundancias de distintas especies. Los requerimientos de la fauna, unidos a las discontinuidades del alga, propician un alto grado de heterogeneidad en un sistema tan reducido espacialmente como éste que pone de manifiesto la importancia de estos enclaves para el sistema marino litoral.

BIBLIOGRAFÍA

- ARIAS, A.M. y DRAKE, P. 1994. "Structure and production of the benthic macroinvertebrate community in a shallow lagoon in the Bay of Cádiz". *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 115: 151-167.
- BELLI, J.D. y WESTOBY, M. 1986. "Importance of local changes in leaf height and density to fish and decapods associated with seagrasses". *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 104: 249-274.
- BOYOUCOS, C.J. 1934. "The hydrometer method for making mechanical analysis of soils". *Soils Science* 38: 335-343.
- ESTACIO, F.J. 1996. *Distribución y variación espacio-temporal de las comunidades macrobentónicas del sedimento en la Bahía de Algeciras. Implicaciones en la evaluación de la calidad ambiental del medio marino*. Tesis Doctoral, Univ. Sevilla.
- HECK, K.L.Jr. y ORTH, R.J. 1980. "Seagrass habitats: the roles of habitat complexity, competition and predation in structuring associated fish and motile macroinvertebrate assemblages". *Estuarine Perspective*: 449-464.
- LÓPEZ-JAMAR, E. 1986. *Estudio comparativo de las comunidades infaunales de la zona submareal de las rías de Arosa y de Muros (NW de España)*. Tesis Doctoral, Univ. Complutense de Madrid, 181 pp.
- MEINESZ, A. 1980. *Contribution a l'étude des Caulerpales (Chlorophytes). Avec une mention particulière aux espèces de la Méditerranée occidentale*. Tesis Doctoral, Univ. Niza, 262 pp.
- ORTH, R.J.; HECK, K.L.Jr. y VAN MONTFRANS, J. 1984. "Faunal communities in seagrass beds: a review of the influence of plant structure and prey characteristics on predator-prey relationships". *Estuaries* 7 (4A): 339-350.
- PAUL, V.J. y FENICAL, W. 1987. "Natural products chemistry and chemical defence in tropical marine algae of the phylum Chlorophyta". En: *Bioorganic marine chemistry*, vol. 1, P.J. Scheuer (ed.). Springer-Verlag, Berlín: 1-29.
- SÁNCHEZ-MOYANO, J.E. 1996. *Variación espacio-temporal en la composición de las comunidades animales asociadas a macroalgas como respuestas a cambios en el medio. Implicaciones en la caracterización ambiental de las áreas costeras*. Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla, 407 p.
- STONER, A.W.; RAY, M. y WAITE, J.M. 1995. "Effects of a large herbivorous gastropod on macrofauna communities in tropical seagrass meadows". *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 121: 125-137.
- SUMMERSON, H.C. y PETERSON, C.H. 1984. "Role of predation in organizing benthic communities of a temperate-zone seagrass bed". *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 15: 63-