

OBSERVACIONES SOBRE *Acartia clausi*, *Centropages ponticus*
Y ALGUNOS ASPECTOS GENERALES DEL
ZOOPLANKTON DEL PUERTO DE MAHON
A LO LARGO DE 1980 y 1981

X. JANSA⁽¹⁾

PALABRAS CLAVE: Zooplancton, copépodos, clorofila, temperatura.

KEYWORDS: Zooplankton, copepods, chlorophyll, temperature.

RESUMEN. Sobre la base de datos obtenidos de un muestreo realizado en el puerto de Mahón durante 1980 y 1981 pudo constatarse una notable proliferación zooplantónica. Esta afectó, en el caso del meroplancton, principalmente a las larvas de crustáceos y, dentro del holoplancton, a las apendicularias, cladóceros y copépodos destacando por su importancia cuantitativa estos dos últimos grupos. En la comunidad de copépodos el aumento pudo señalarse esencialmente en sólo dos especies: *Acartia clausi* y *Centropages ponticus*. La proliferación abarcó algunos meses del invierno y primavera de 1981 centrándose, especialmente en el caso de los copépodos, en el mes de mayo y no apareciendo, por tanto, en la misma época del año anterior. El fenómeno puede atribuirse a la persistencia de unas condiciones tróficas favorables.

SUMMARY. OBSERVATIONS ON *Acartia clausi* AND *Centropages ponticus* AND GENERAL CONSIDERATIONS ON THE ZOOPLANKTON OF THE PORT OF MAHÓN IN 1980 AND 1981. A remarkable zooplankton bloom was detected during a sampling program in the Port of Mahón during 1980 and 1981. Within the meroplankton the bloom involved principally larvae of crustaceans and, within the holoplankton, appendicularians, cladocerans and copepods, the numbers in the last two groups being particularly high. In the copepod community a growth in population was mainly observed in two species: *Acartia clausi* and *Centropages ponticus*. The bloom lasted for several months in the winter and spring of 1981 and specifically in May for copepods, the latter not appearing in the same period of the previous year. The phenomenon may be attributed to persistent favourable trophic conditions.

(1) Instituto Español de Oceanografía. Centro Oceanográfico de Baleares. Muelle de Pelaires s/n. Palma de Mallorca.

INTRODUCCIÓN

Uno de los subprogramas del estudio ambiental realizado en el puerto de Mahón durante 1980 y 1981 fue el análisis del zooplancton. La necesidad de este tipo de estudios radica en que, como es sabido, si bien las variaciones que tienen lugar en el zooplancton dependen, en gran parte, de aquellas que se producen en el medio ambiente, también los organismos zooplanctónicos, en sus cambios cualitativos y cuantitativos, condicionan o determinan distintos fenómenos del ecosistema. En consecuencia, algunos de estos fenómenos, pueden ser interpretados (al menos en primera aproximación) en función del conocimiento de los cambios que se observen en la comunidad zooplanctónica.

El puerto de Mahón fue visitado en épocas anteriores a los años citados y el análisis de las muestras obtenidas en estas épocas reveló que, en algunas ocasiones, el tipo y cantidad de zooplancton encontrado en el puerto presentaba notables diferencias en relación a otras zonas neríticas del archipiélago

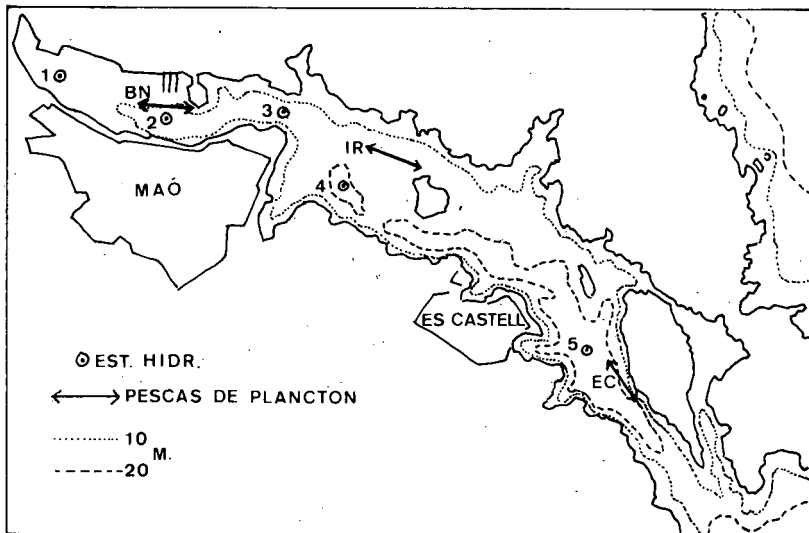


Fig. 1. Localización de las pescas de zooplancton (BN, IR, EC), y de las estaciones hidrográficas. Las estaciones 1, 2 y 3, están situadas en el puerto interior, las estaciones 4 y 5 en el puerto exterior.

Fig. 1. Zooplankton sampling sites (BN, IR, EC), and hydrographic stations. Stations 1, 2 and 3 are located in the inter port, and 4 and 5 in the outer port.

balear. En conjunto se observó considerable pobreza en el aspecto cuantitativo y baja diversidad (JANSA, 1985).

Las observaciones a las que hacen referencia los datos de 1980 y 1981 han mostrado también un cierto carácter especial del zooplancton presente en dicho puerto aunque han servido para ampliar (y también corregir), las primeras conclusiones. Como veremos a continuación, el zooplancton del puerto de Mahón no es siempre escaso. Ahora bien, su diversidad sigue siendo inferior a la de otras zonas neríticas del mar Balear.

El objeto del presente estudio no es dar una visión exhaustiva de todo lo observado sino destacar algunas características biológicas y de distribución de dos especies de copépodos que han mostrado una notable importancia cuantitativa: *Acartia clausi* y *Centropages ponticus*, situándolas en el contexto de las variaciones generales del zooplancton.

METODOLOGIA

Las muestras objeto de este estudio fueron obtenidas mediante pescas horizontales a unos 3 o 4 m de profundidad sobre un fondo que, por término medio, podemos situar a unos 10 m. Se utilizó una red del modelo Bongo-20 equipada con mangas de malla de 250 micras. Mediante el recorrido horizontal se intentó muestrear en sentido longitudinal tres zonas características del puerto (figura 1). Las tres pescas se realizaron con frecuencia mensual y en una misma operación de barrido incluida generalmente entre las diez y las trece horas (hora local).

Las muestras, fijadas con formol al 4%, fueron destinadas, en primer lugar, a trabajos de recuento y, en segundo lugar, a estudios biomásicos. El conteo se realizó sobre partes alícuotas cuando la muestra era muy abundante o sobre la muestra entera si esta resultaba escasa. La medición de la biomasa, realizada por el método de pesada por peso seco, se efectuó siempre en el total de la muestra.

Los datos finales, tanto en el caso de las numeridades como en el caso de las biomásas, vienen expresados en valores por metro cúbico, deducidos del volumen de agua filtrado por la red el cual fue calculado mediante la ayuda de un flujómetro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro de la variación temporal observada a lo largo del período de es-

torio cabe destacar una importante proliferación del zooplancton que se centra en diversos grupos taxonómicos entre los que cabe citar, por orden de importancia cuantitativa, a los copépodos, cladóceros, apendicularias y, dentro del meroplancton, a las larvas de crustáceos.

Así los copépodos presentan un aumento muy notable que abarca desde enero hasta agosto de 1981 apareciendo las mayores concentraciones hacia el mes de mayo. Este fenómeno tiene lugar en las tres zonas del puerto (figura 2-A). Los cladóceros tienen un comportamiento parecido aunque con una disminución más temprana de su numerosidad (figura 2-B).

Las apendicularias también manifiestan un aumento importante. Este presenta un comportamiento temporal parecido al de los dos grupos citados antes en la zona intermedia y exterior del puerto; en cambio, en la zona más interna, los máximos de abundancia aparecen en octubre de 1980 y julio de 1981

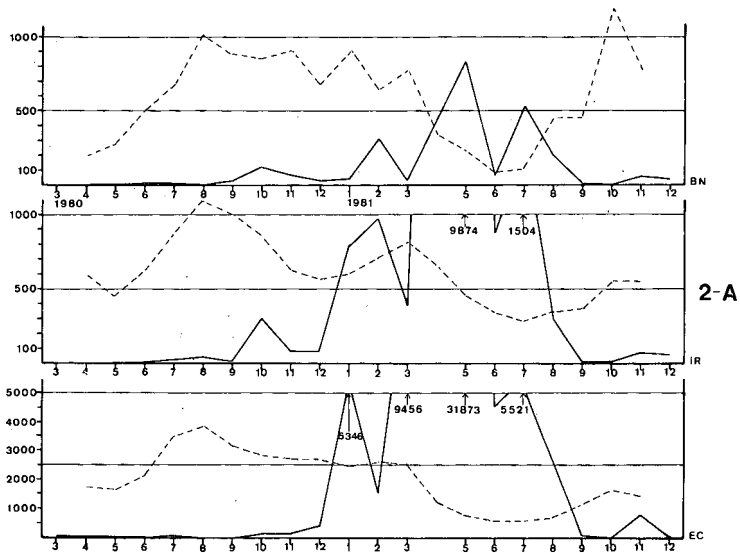


Fig. 2. Variación cuantitativa de los diferentes grupos del zooplancton (2-A copépodos; 2-B cladóceros; 2-C apendicularias) línea continua, y de la cantidad de clorofila "a" (curva suavizada, media móvil de tres meses, de los valores promedio de toda la columna de agua; en BN se representa el promedio de las estaciones 1, 2 y 3, en IR la estación 4 y en EC la estación 5) línea discontinua, a lo largo del tiempo.

En ordenadas se representan individuos m⁻³, en abscisas meses. En la figura no aparece la escala para la clorofila "a", los valores reales para este parámetro pueden deducirse de la figura 10.

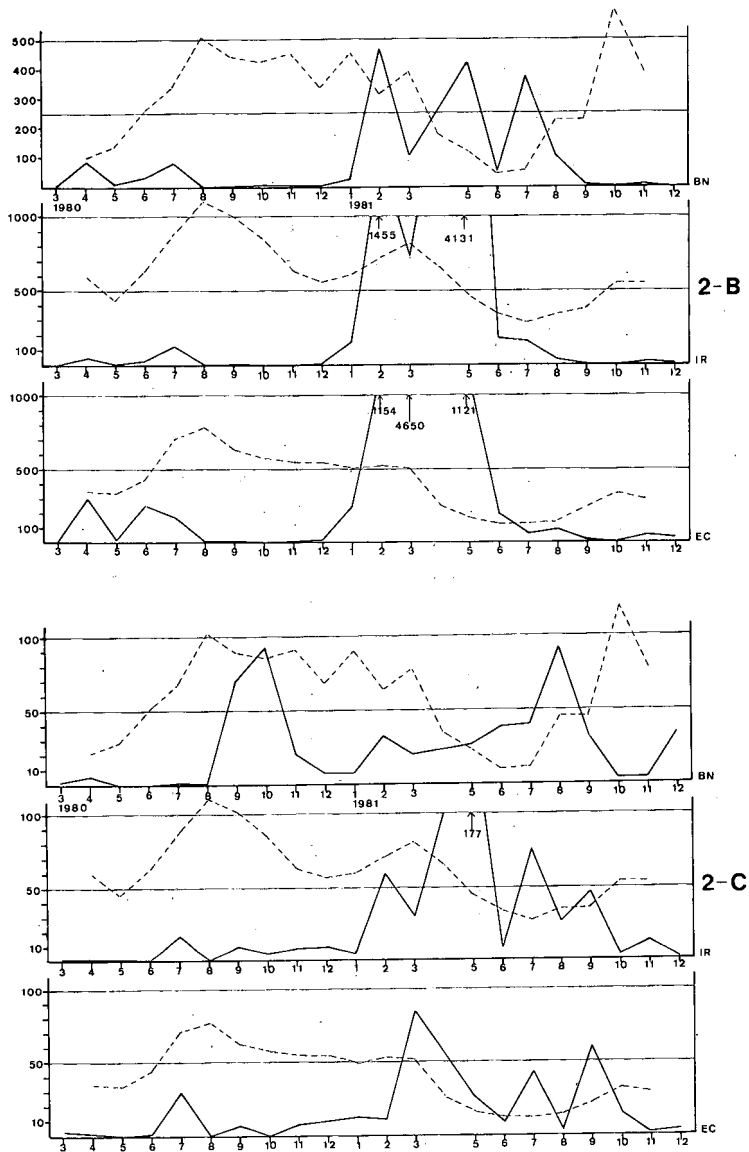


Fig. 2. Quantitative variations of the different groups of zooplankton (2A copepods; 2B cladocera; 2C appendicularia) continuous line, and levels of chlorophyll "a" (softened curve, overlapping means for successive sets of three months, of mean values of the entire water column; BN represents the mean for stations 1, 2 and 3, IR for station 4 and EC for station 5) discontinuous line, through time. The vertical axis plots individuals per m³, the horizontal axis months. The scale for chlorophyll "a" is omitted, but the real values for this parameter can be inferred from figure 10.

(a ambos lados, por tanto, del período de mayor abundancia de los copépodos y cladóceros), (figura 2-C).

La figura 3 nos muestra la importancia relativa de los grupos citados. Inudablemente hay que situar, dentro del holoplancton, en primer lugar a los copépodos y cladóceros, las apendicularias ocuparían el tercer puesto. Ahora bien, si esta característica es válida para todo el puerto, la observación detallada nos permite constatar un comportamiento, en cierta manera diferencial, de los distintos grupos en las tres zonas muestreadas: así, en cuanto a su abundancia relativa, los copépodos muestran una neta preferencia hacia la parte más externa mientras que los cladóceros y apendicularias (salvo excepciones puntuales) tienden a ser más abundantes hacia la parte intermedia o

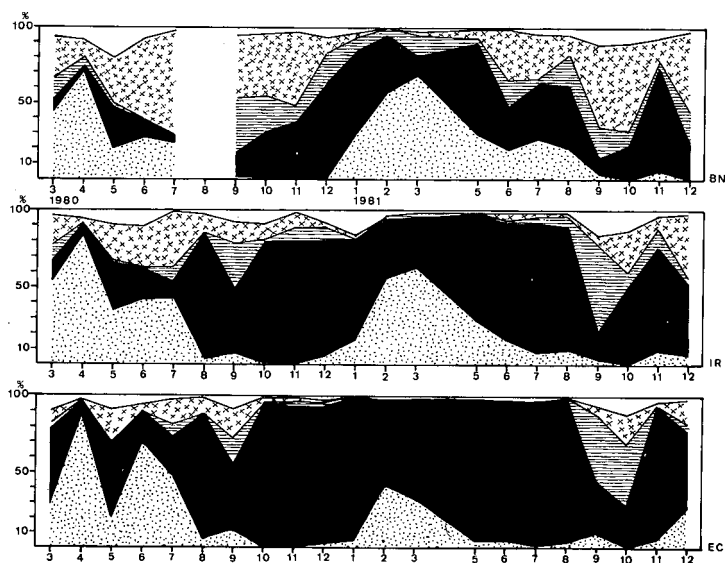


Fig. 3. Variación de la abundancia relativa de los principales grupos taxonómicos en las tres zonas del puerto, a lo largo del tiempo.

En ordenadas se representan tantos por ciento, en abcisas meses.

La trama utilizada para los diferentes grupos ha sido: punteado-cladóceros, negro-copépodos, rayado-apendicularias, cruces-larvas de crustáceos.

Fig. 3. Variation in relative abundance of the main taxonomic groups in the three areas of the port, through time.

The vertical axis represents percentages, the horizontal: months.

The different groups are represented as follows: dots-cladocera, black-copepods, lines-appendicularia, crosses-crustacean larvae.

hacia el interior. El gradiente positivo hacia la parte más interna del puerto aparece de una manera muy ostensible en organismos meroplanctónicos (fundamentalmente larvas de crustáceos).

Estas tendencias que, como hemos visto, se muestran en relación a la abundancia relativa, también se manifiestan en líneas generales y de una forma semejante cuando tenemos en cuenta las abundancias absolutas. Insistiremos sobre este aspecto más adelante.

Volviendo a la comunidad de copépodos y de acuerdo con lo que aparece en la figura 4, queda patente que esta resulta constituida durante la mayor parte del tiempo fundamentalmente por dos especies: *Acartia clausi* y *Centro-*

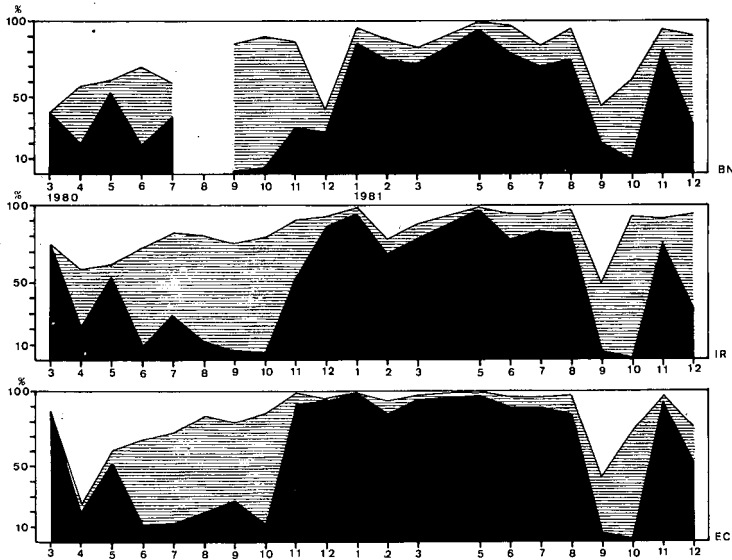


Fig. 4. Variación de la abundancia relativa de las dos principales especies de copépodos (negro: *A. clausi*; rayado: *C. ponticus*; blanco: copépodos restantes). En ordenadas se representan tantos por ciento, en abscisas meses.

Fig. 4. Variation in relative abundance of the main species of copepods (black: *A. clausi*; shaded: *C. ponticus*; unshaded: remaining copepods). Vertical axis represent percentages, horizontal axis: monts.

pages ponticus. Hacia el período de máxima abundancia absoluta, la primera especie ocupa frecuentemente más del 90 % de la comunidad de copépodos. *C. ponticus*, en cambio, presenta porcentajes importantes entre los meses de junio y octubre de 1980 y en octubre de 1981. El resto de las especies de copépodos únicamente se muestran relevantes entre marzo y julio de 1980 y en septiembre de 1981. Cabe señalar un porcentaje relativamente aislado e importante en la zona interior del puerto en diciembre de 1980.

En conjunción con todas estas observaciones y fijándonos en la figura 5 queda claro que el elevado máximo de biomasa observado en mayo en la zona intermedia y exterior se debe, en gran parte, a la aportación de *A. clausi*. Realmente este máximo de biomasa coincide con el mayor número de individuos encontrado en esta especie. Es cierto que junto con los valores elevados de *Acartia* aparecen frecuentemente máximos de *Centropages* pero aquí las numeridades no son nunca tan altas (figura 6). Indudablemente, en el citado máximo de biomasa deben de influir los cladóceros (aparecen importantes concentraciones en la parte media y externa del puerto) (figura 2-B) pero estos siguen estando a notable distancia de las concentraciones de *Acartia*.

Especialmente en los meses de agosto a octubre de 1980 y en octubre de 1981 puede *C. ponticus* ser responsable en parte de la biomasa encontrada en esta época pero, en este caso, los valores no son altos. En los lapsos restantes del período de muestreo, la biomasa zooplanctónica sigue siendo baja. En estos casos, la afluencia de los distintos taxones encontrados parece ser más equitativa.

Finalmente, no hay que desdeñar, especialmente en la parte más interna del puerto, la contribución de los diferentes elementos meroplanctónicos en la biomasa muestral.

Los valores de diversidad (medidos en la comunidad de copépodos según el índice de Shannon) son siempre inferiores a 2.5 y, frente al máximo de biomasa de mayo, se obtienen en las tres zonas del puerto, valores inferiores a 0,5 (figura 5). Esto es reflejo, como se ha indicado ya, de la predominancia de las dos especies citadas.

Las figuras 7, 8-I y 8-II muestran las principales características promediales de la distribución espacial tanto de los grupos taxonómicos más importantes como de los constituyentes poblacionales de *A. clausi* y *C. ponticus*. Tal como se ha señalado antes, queda patente que, dentro del conjunto del zooplancton, los copépodos manifiestan un claro gradiente positivo hacia el exterior; en efecto, tanto el porcentaje del grupo respecto al total del zooplanc-

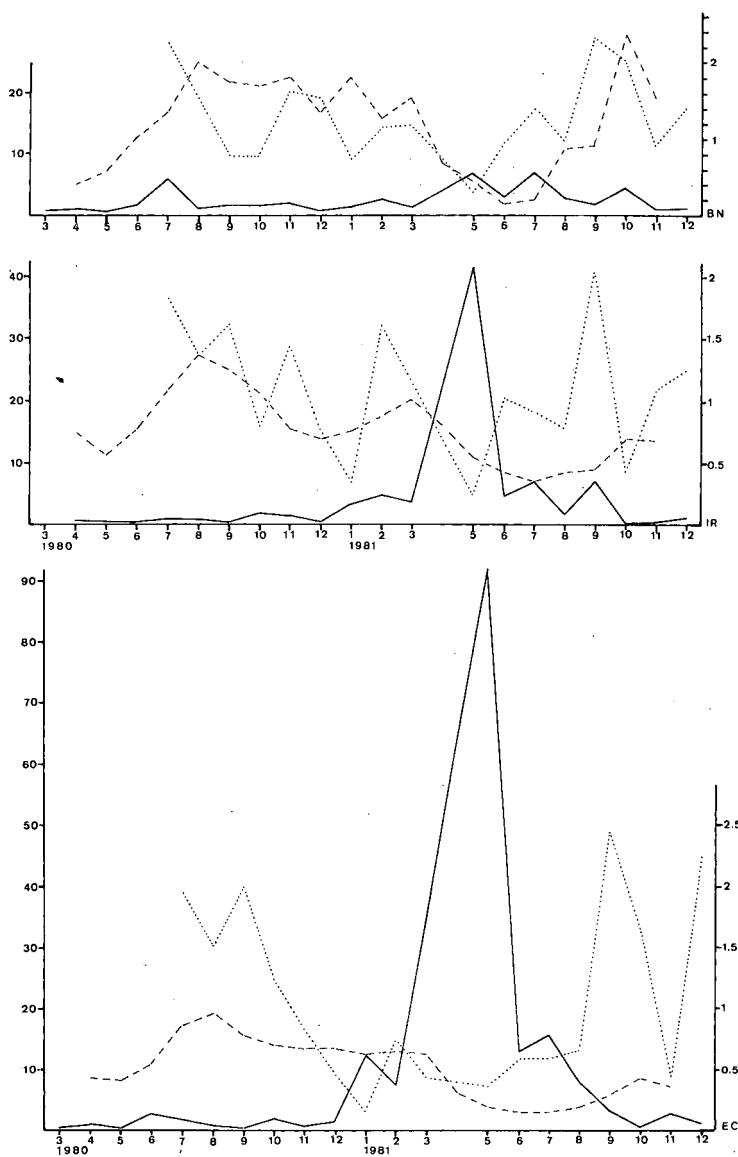


Fig. 5. Variación de la biomasa del zooplancton, línea continua, de la diversidad específica, línea de puntos y de la concentración de clorofila "a" (curva suavizada, media móvil de tres meses, de los valores promedios de toda la columna de agua; en BN se representa el promedio de las estaciones 1, 2 y 3, en IR la estación 4 y en EC la estación 5) línea de trazos, a lo largo del tiempo. En ordenadas se representan, a la derecha diversidad específica (bits/individuo), a la izquierda biomasa (mg peso seco m^{-3}). En abscisas se representan, a la derecha diversidad específica (bits/individuo), a la izquierda biomasa (mg peso seco m^{-3}). En la figura no aparece la escala para la clorofila "a", los valores reales para este parámetro pueden deducirse de la figura 10.

Fig. 5. Variation of zooplankton biomass, continuous line, of species diversity, dotted lines, and of chlorophyll "a" concentration (softened curve, overlapping means for, successive sets of three months, of mean values for the entire water column; BN represents the mean for stations 1, 2 and 3, IR for station 4 and EC for station 5), discontinuous line through time. The vertical axis represents species diversity (bits per individual) on the right, and biomass (mg dry weight per m^3) on the left. Horizontal axis: months. The scale for chlorophyll "a" is omitted, but the real values for this parameter can be inferred from figure 10.

ton para cada zona como el porcentaje de una zona a otra así como la abundancia absoluta presentan valores claramente más altos hacia el exterior. En el caso de los cladóceros existen también un gradiente del mismo tipo (aunque más atenuado) que el que se ha señalado para los copépodos aunque este sólo se manifiesta en relación a las abundancias absolutas y a los porcentajes de una zona a otra; en los porcentajes del grupo respecto al total para cada zona, el mayor valor promedial aparece en la parte intermedia. Tendencias contrarias a las descritas y que afectan tanto a los distintos tipos de abundancia relativa como a los números por metro cúbico se muestran en las apendicularias y especialmente en las larvas de crustáceos (figura 7). Este último fenómeno puede estar relacionado especialmente con la escasa profundidad que tiene el puerto en su parte interior.

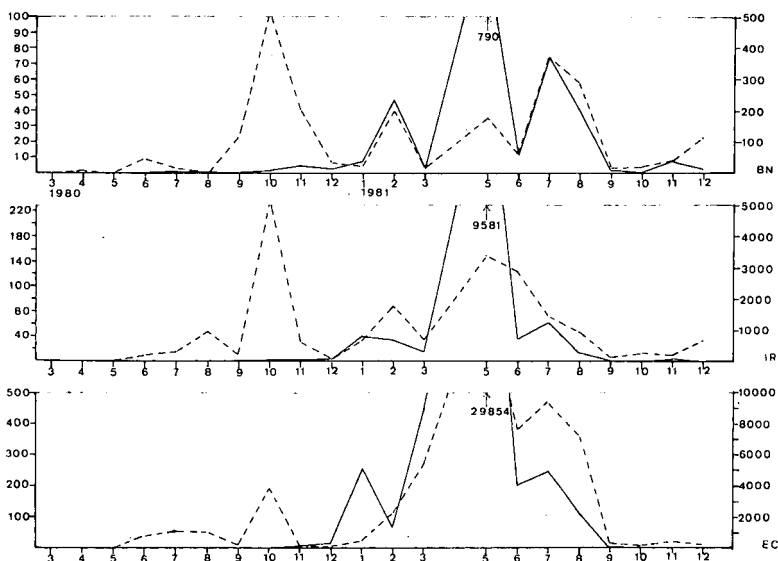


Fig. 6. Variación cuantitativa (individuos m^{-3}) de *A. clausi*, línea continua, y de *C. ponticus*, línea de trazos, en las tres zonas del puerto, a lo largo del tiempo. En ordenadas se representan, a la derecha cantidad de *A. clausi*, a la izquierda cantidad de *C. ponticus*; obsérvese el cambio de escala. En abscisas meses.

Fig. 6. Quantitative variation (individuals per m^3) of *A. clausi*, continuous line, and of *C. ponticus*, discontinuous line, between the three sampled areas of the port, through time. The vertical axis represents levels of *A. clausi*, and of *C. ponticus*, on the left. Notice the change of scale. Horizontal axis: months.

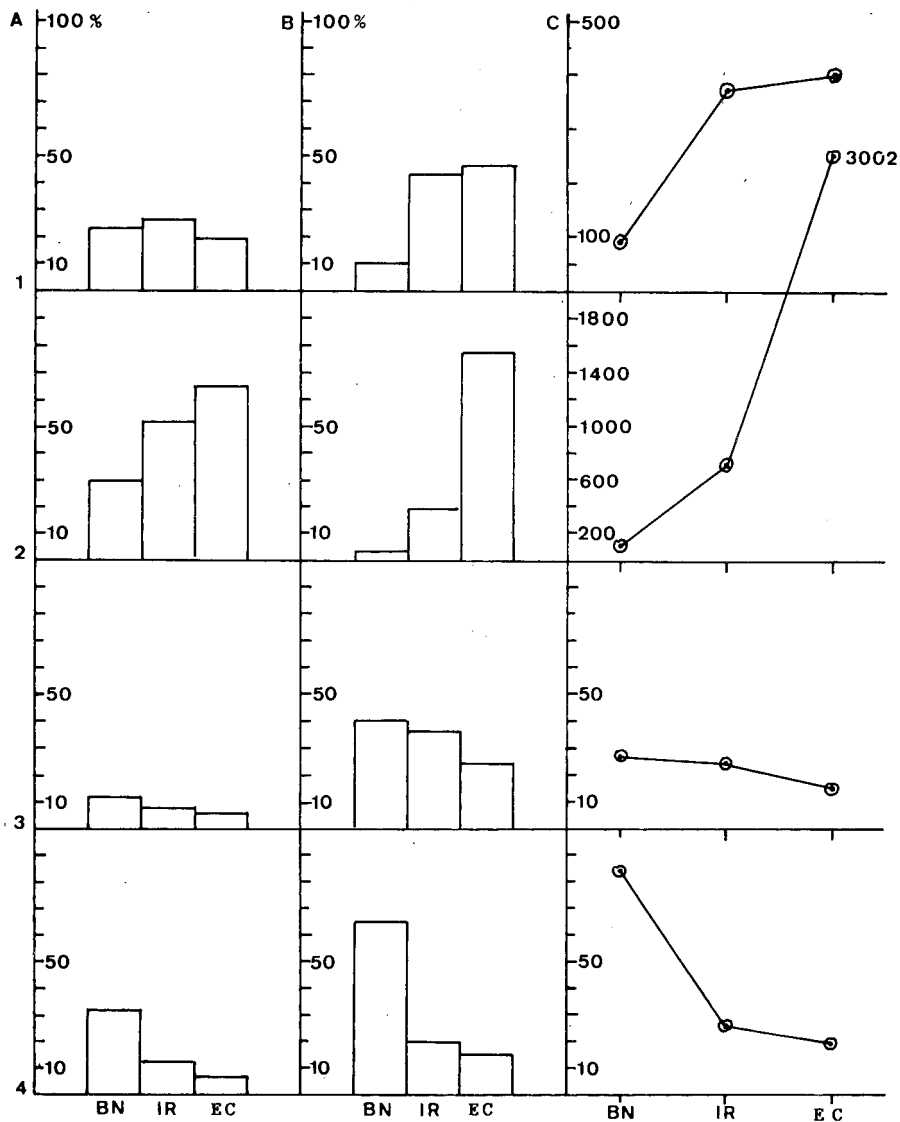


Fig. 7. Promedios de las abundancias relativas y absolutas de los principales grupos taxonómicos en las tres zonas del puerto. 1 Cladóceros; 2 copépodos; 3 apendicularias; 4 larvas de crustáceos. En ordenadas: A. Porcentajes promedio de los distintos grupos respecto al total del zooplancton. B. Porcentajes promedio de los distintos grupos de una zona a otra del puerto. C. Número de individuos por metro cúbico, valores medios de los diferentes grupos.

Fig. 7. Means of relative and absolute quantities of the main taxonomic groups in the three areas of the port. 1 cladocera; 2 copepods; 3 appendicularia; 4 crustacean larvae. Vertical axis: A. Mean percentages of the different groups in relation to total values for zooplankton. B. Mean percentages of the various groups between the three sampled areas of the port. C. Numbers of individuals per m^3 , mean values for the different groups.

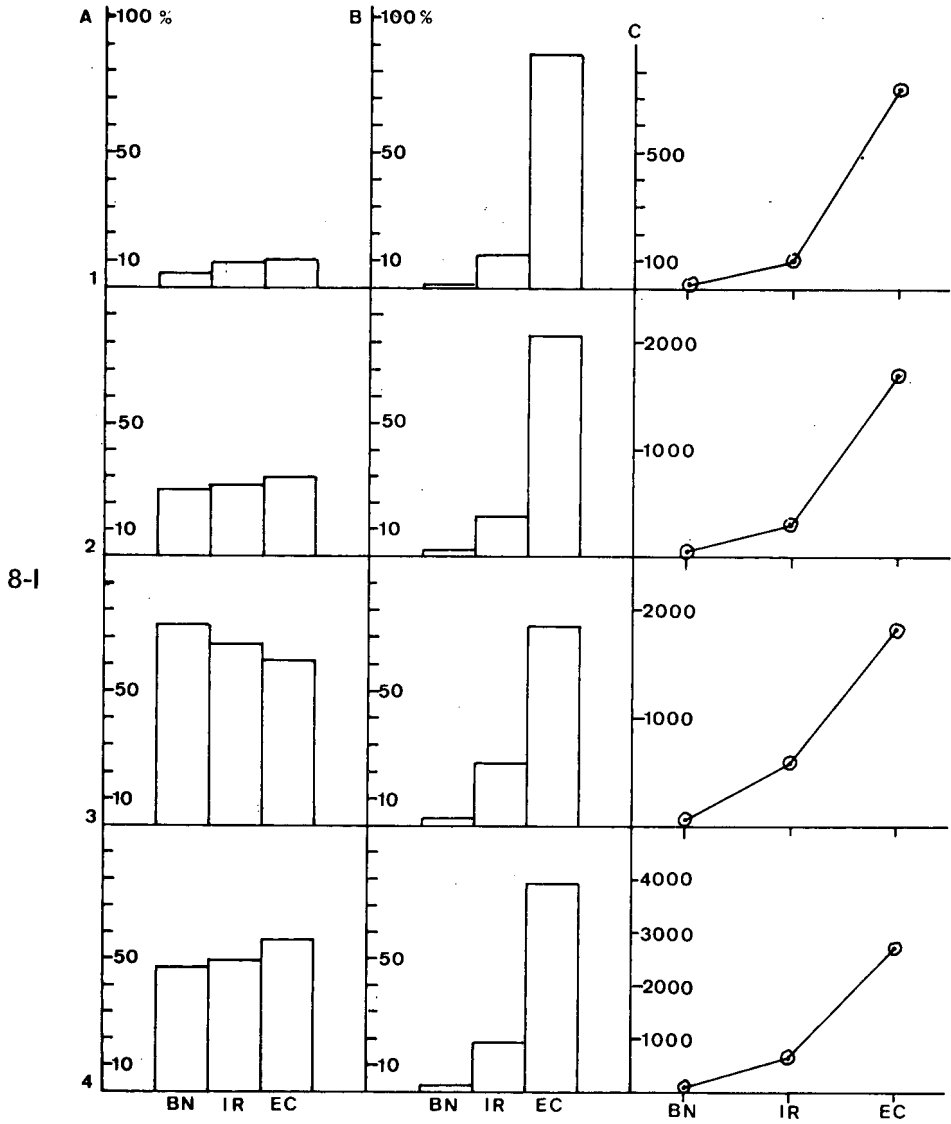
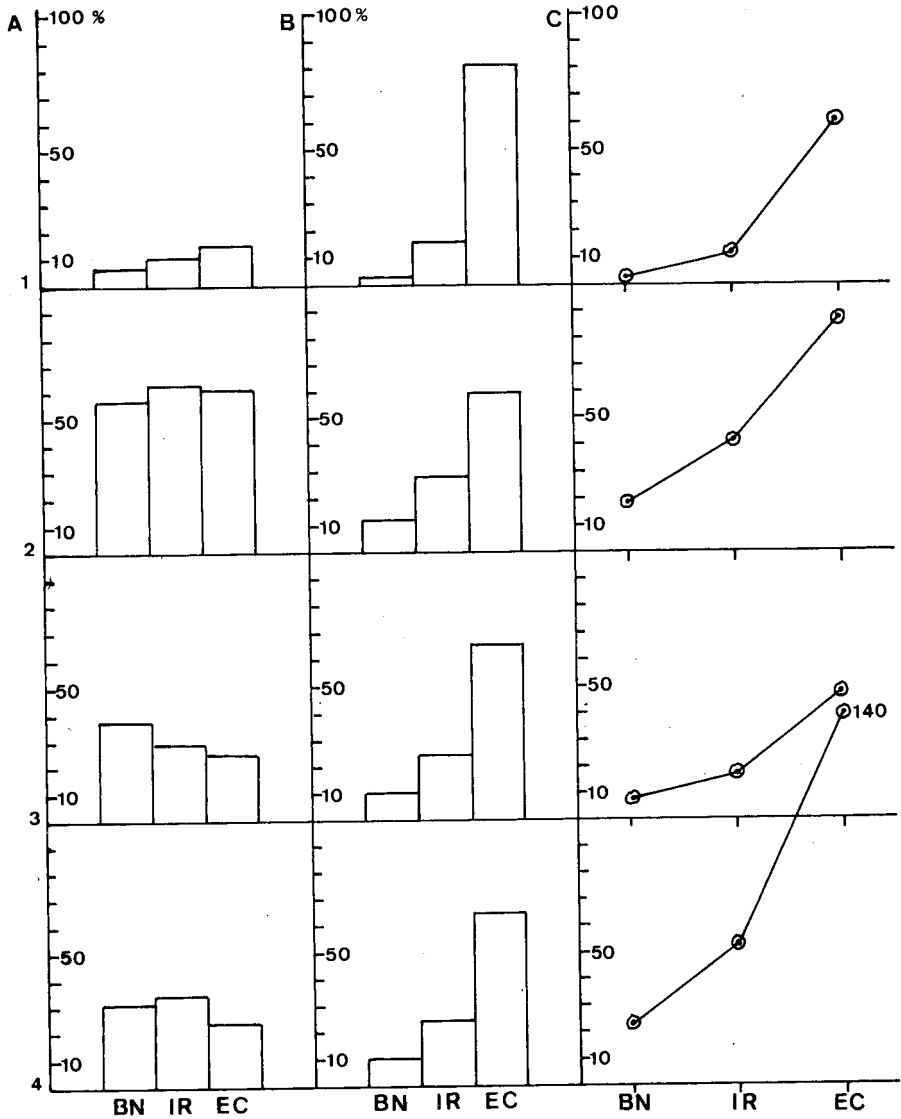


Fig. 8. Promedios temporales de las abundancias absolutas y relativas de 8-I *Acartia clausi* y 8-II *Centropages ponticus*. 1 ♂; 2 ♀; 3 formas jóvenes; 4 total.

A-1, 2, 3: Porcentajes promedio de las distintas categorías respecto al total de la especie considerada. A-4: Porcentajes promedio de las especies respecto al total de copépodos. B: Porcentajes promedio de las distintas categorías y del total de la especie considerada de una zona a otra del puerto. C: Número de individuos por metro cúbico, valores medios de las distintas categorías (1, 2, 3) y del total (4).



8-II

Fig. 8. Temporal means of absolute and relative levels of: 8-I *Acartia clausi* and 8-II *Centropages ponticus*. 1 ♂; 2 ♀; 3 juvenile forms; 4 total counts.

A-1, 2 and 3: Mean percentages of the different categories in relation to the total value for the species considered. A-4: Mean percentages of species with respect to total values for copepods. B: Mean percentages of the different categories and of the total values of the species under study, across the port. C: Number of individuals per m³, mean values of the different categories (1, 2, 3) and of the total counts (4).

Podemos considerar que el gradiente positivo hacia el exterior observable en la comunidad de copépodos es reflejo de la tendencia que presentaban las dos especies más importantes. En la figura 8-I y 8-II queda manifiesto este fenómeno en los valores promediales correspondientes a *A. clausi* y *C. ponticus*, pero también aparece el mismo tipo de tendencia (en cuanto a los porcentajes interzonas y abundancias absolutas) cuando desglosamos la población de las dos especies en sus diferentes componentes: machos hembras y jóvenes. Un comportamiento diferente se observa, en cambio, al considerar, para cada zona, las abundancias relativas de los citados componentes respecto al total de la especie correspondiente.

Aunque, en relación a los valores de biomasa, no se ha elaborado un gráfico del tipo de los comentados en estas líneas, de la observación de la figura 5 resulta también patente un gradiente positivo hacia el exterior especialmente durante los meses en que las cantidades són más elevadas (esto apoya lo señalado anteriormente en el sentido de que, durante la proliferación zoopláctónica, los valores de biomasa son fundamentalmente la resultante de la contribución de los copépodos, especialmente *A. clausi* y, en menor grado, de los cladóceros).

Finalmente, queda por recalcar que tanto la curva de variación temporal de la biomasa como de las abundancias absolutas y relativas de los componentes zoopláctónicos comentados presenta unas características cualitativas de comportamiento notablemente semejantes en las tres zonas del puerto.

Ciertamente, la masa de agua del puerto de Mahón es muy reducida pero la configuración tanto de su fondo como de su línea de costa es compleja. Esto nos hace pensar que la semejanza en la variación constituye un buen dato que desmiente el que la proliferación encontrada fuera un fenómeno puntual o un artefacto de muestreo. En el mismo sentido interpretativo puede añadirse la notable constancia en los rasgos de distribución espacial que hemos considerado.

Una vez expuestos los principales fenómenos que, en su variación espacio-temporal, han presentado los taxones considerados, vamos, a continuación, a profundizar algo más comentando las oscilaciones de un parámetro que afecta a las características internas de las poblaciones de las dos principales especies de copépodos encontradas. Tanto para *A. clausi* como para *C. ponticus* se ha calculado la relación hembras/(machos+hembras). La evolución temporal de este parámetro aparece en la figura 9. En el caso de *C. ponticus* (figura 9-B) queda patente un notable antiparalelismo cuando se compara la variación temporal del índice de proporción sexual con la variación de las cantidades totales de in-

dividuos de la población (en la figura ln. indiv. m-3). Un antiparalelismo semejante al observado en nuestro caso para esta especie fue encontrado por GARCÍA (1981) en la zona del mar Menor de Murcia. ALCARAZ & WACENSBERG (1978) en un estudio efectuado sobre *A. italica* y *A. clausi*, consideran la actuación de un mecanismo de control de las poblaciones el cual estaría basado en la existencia de una relación inversa entre la proporción de hembras respecto al total de adultos y la fecundidad de tal forma que al disminuir dicha proporción se produce un aumento del número de huevos puestos por hembra.

El antiparalelismo que, como se ha indicado, aparece claro en *C. ponticus* cuando se compara la citada proporción con el número total de individuos, se muestra menos conspicuo en el caso de *A. clausi*.

Desgraciadamente, el lapso de tiempo transcurrido entre las diferentes tomas de muestras es de alrededor de un mes y, justamente, desde el inicio de la proliferación más importante hasta su culminación transcurren dos meses (desde marzo a mayo). Ahora bien, incidiendo en la observación de la figura 9-B queda claro que, en el caso de *C. Ponticus*, a una disminución de la proporción de hembras corresponde un aumento de la población total al pasar de un mes a otro. Esto ocurre en esta especie prácticamente siempre y, además, el fenómeno es muy semejante en las tres zonas muestreadas. El carácter de la evolución temporal de ambos tipos de parámetros está de acuerdo con la idea expuesta anteriormente: una disminución en la proporción de hembras puede implicar un aumento en la fecundidad de las mismas lo que determina, al cabo de un cierto lapso de tiempo, un aumento en el total de la población.

Especialmente, en el paso de marzo a mayo, es de destacar, para la citada especie, el incremento negativo más importante del índice considerado de proporción sexual; en mayo se obtiene el máximo de individuos (en la parte exterior del puerto). De mayo a junio aumenta el índice y la población tiende a disminuir.

En *A. clausi*, la variación temporal de los parámetros considerados ha mostrado aspectos algo diferentes a los que han sido expuestos para *C. ponticus*. La observación de la figura 9-A nos muestra que, especialmente en la zona más externa del puerto, aparece una clara disminución del índice de febrero a marzo pero, en cambio desde este mes hacia mayo ocurre lo contrario: el índice tiende a aumentar generándose al mismo tiempo el mayor aumento de la población. Como hemos indicado, el lapso de tiempo transcurrido entre las observaciones que marcan el fenómeno de proliferación más conspicuo, es demasiado largo para hacer aseveraciones. Ahora bien, puede pensarse (de

una manera hipotética) que si la proporción de hembras no hubiese tendido a aumentar, la proliferación de *A. clausi* que, como se ha visto, fue muy importante, hubiera sido tal vez todavía mayor.

Inciendiando y destacando algunos aspectos característicos de la distribución espacio-temporal de los taxones y parámetros estudiados finalizaremos este análisis considerando, de una manera hipotética, algunas causas que hayan podido influir en las proliferaciones observadas y en ciertos rasgos de la distribución espacio-temporal.

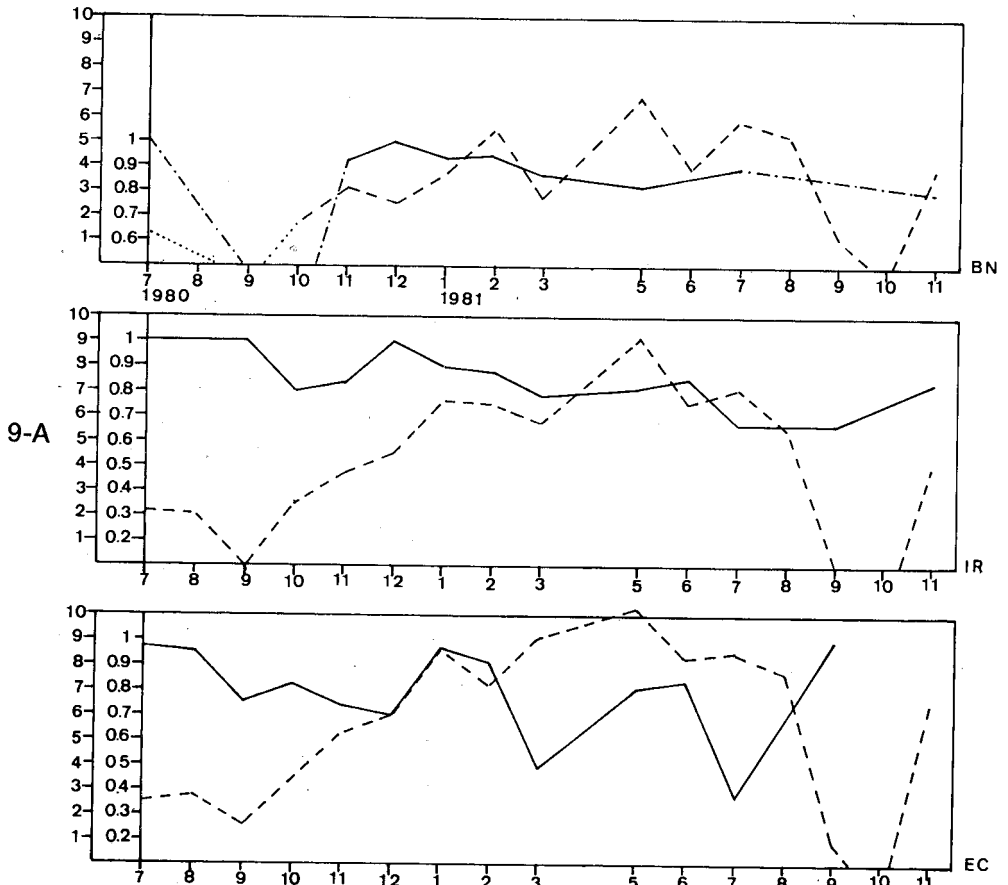


Fig. 9. Variation of the ln number of individuals per m^3 : dotted lines, and of the ratio $\frac{\text{♀}}{(\text{♂} + \text{♀})}$, continuous line (vertical axis); horizontal axis: months. 9-A *Acartia clausi*. 9-B *Centropages ponticus*.

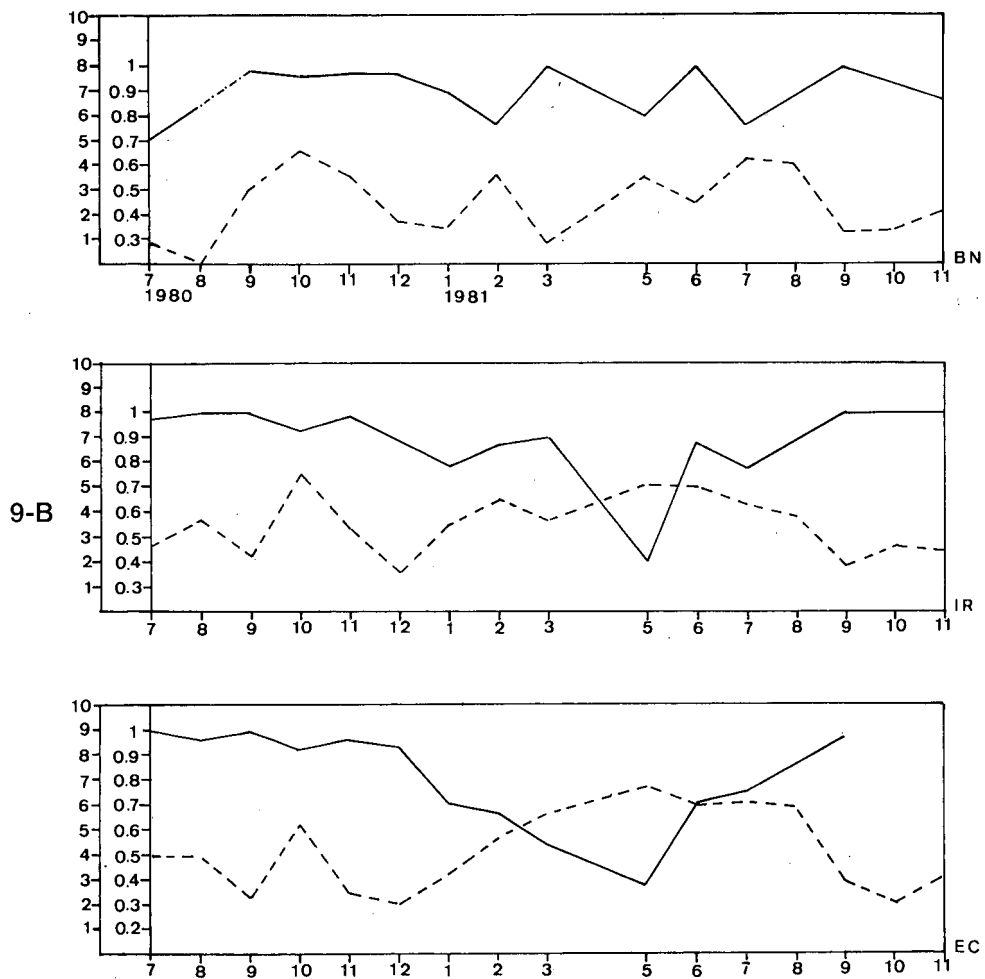


Fig. 9. Variación del ln del número de individuos por metro cúbico, línea de trazos, y de la proporción $\frac{\text{♀}}{(\text{♂} + \text{♀})}$, línea continua en ordenadas; meses, en abscisas. 9-A *Acartia clausi*. 9-B *Centropages ponticus*.

Es interesante señalar (hecha la salvedad de las diferencias en la magnitud de los máximos) que el aumento zooplanctónico presentó un patrón de variación temporal bastante semejante no solamente en las dos especies de copépodos consideradas sino también en otros grupos taxonómicos tales como los cladóceros y las apendiculares. Los organismos considerados son todos ellos filtradores y detritívoros por lo que podemos pensar que los máximos encontrados (que no aparecieron en la misma época del año anterior) fueron consecuencia de la creación de unas condiciones ambientales favorables que debemos centrar fundamentalmente en el aspecto trófico.

En la figura 2 aparece, a parte de las curvas de variación de abundancia de los grupos considerados, la variación temporal suavizada (basada en la media móvil de tres meses) de la concentración de clorofila correspondiente a las zonas de influencia de las pescas de zooplancton realizadas. Es destacable, para las tres porciones típicas del puerto, la existencia de un lapso de tiempo bastante largo de notable riqueza fitoplanctónica que se muestra antes de la proliferación del zooplancton. Ciertamente, y en un sentido de aportación de alimento para el zooplancton, no tenemos por que considerar determinante todo este intervalo. Tal vez (de acuerdo con los datos disponibles) pueden resultar especialmente significativos los máximos de clorofila encontrados en noviembre, diciembre de 1980 y febrero de 1981 (figura 10).

Ahora bien, en otro aspecto, esta misma figura muestra la permanencia a lo largo del tiempo de un gradiente negativo hacia el exterior (al contrario de lo que, como hemos visto ocurre con la biomasa y las numeridades de copépodos y cladóceros). Este fenómeno resulta, a primera vista, paradójico y hace pensar en una sobreabundancia de fitoplancton especialmente hacia la parte más interna del puerto. Pero al planteamiento de este problema, y sobre la base del conocimiento de que determinados tipos de fitoplancton y partículas en suspensión son más o menos útiles para el crecimiento de algunos taxones detritívoros o herbívoros del zooplancton, podemos establecer la hipótesis de que los gradientes espaciales de distinto signo (observados, tal como se ha dicho, para la clorofila en contraposición con grupos y especies del zooplancton) se deben a la existencia de cambios en el conjunto de partículas alimenticias en las diferentes zonas del puerto. No disponemos de datos referidos a la época de estudios sobre la composición del fitoplancton, composición química de las partículas, etc. pero esto no constituye, en el momento actual, un grave obstáculo ya que no existe todavía un cúmulo de conocimientos suficiente que permita decidir por ejemplo, qué especies del fitoplancton son más "nutritivas" para un determinado taxon zooplanctónico. Ahora bien, en

el sentido del análisis que nos ocupa, tal vez sea interesante recordar que, en relación a la distribución espacial de los grupos taxonómicos considerados, las larvas de crustáceos y apendicularias presentan el mismo tipo de gradiente que la clorofila (positivo hacia el interior). En los organismos meroplanctónicos cabe atribuir el fenómeno, en parte, a la proximidad del fondo pero en las apendicularias esta característica no tiene gran validez en la interpretación. Hay que pensar en otra causa explicativa y esta puede estar razonablemente fundada especialmente en el tamaño y tipo de partículas en suspensión (sean de origen fitoplanctónico o detrítico). La observación de la figura 8-I y 8-II nos muestra que aunque los porcentajes interzonas y las abundancias absolutas de los jóvenes de *Acartia* y *Centropages* aumentan hacia el exterior, el porcentaje de este grupo respecto al total de la población de individuos de las dos especies es mayor hacia el interior del puerto (es conocido que el rango de

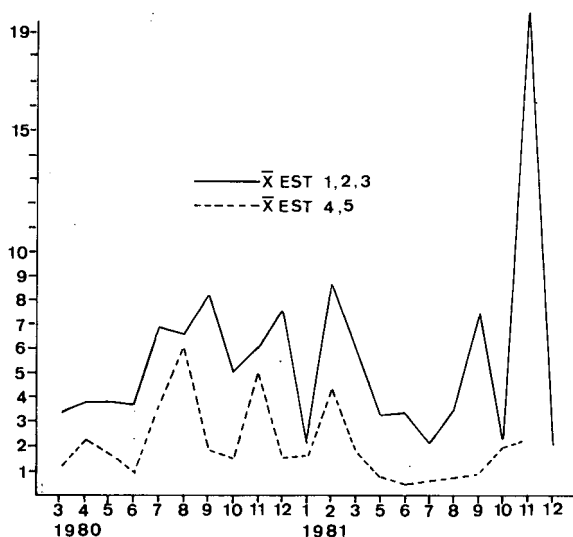


Fig. 10. Variación de la concentración de clorofila "a" a lo largo del tiempo. En ordenadas se representan mg de clorofila "a" m⁻³, en abscisas meses.

Fig. 10. Variation in concentration of chlorophyll "a" through time. Vertical axis: mg chlorophyll "a" per m³; horizontal axis: months.

tamaños de partículas que pueden ser capturadas y asimiladas por el zooplankton detritívoro varía, no solamente según las especies sino también según los diferentes estados de desarrollo existentes en una misma especie).

En la figura 11 se muestra la variación de la temperatura de la capa superficial (0 a 5 m) a lo largo de 1980 y 1981. Dentro de la semejanza general del patrón de variación correspondiente a los dos años, cabe señalar, entre marzo y junio de 1981, temperaturas del orden de 0.5 a alrededor de 1.5 grados superiores a las de la misma época del año anterior. Si bien este fenómeno y el aumento térmico en general, puede resultar coadyuvante al incremento poblacional de determinados taxones (por ejemplo, VIVES (1981) observa en algunas especies de copépodos un desfase entre los máximos de población relacionados positivamente con el incremento térmico cuando compara las zonas neríticas de Bilbao y Castellón), no parece totalmente explicativo del máximo en nuestro caso ya que la diferencia térmica es pequeña.

En resumen, la proliferación zooplanctónica observada pudo ser determinada fundamentalmente por la aparición de unas condiciones tróficas favorables. Estas actuaron a grandes rasgos (dejando a parte las posibles diferencias cualitativas en su distribución espacial), de una forma similar a lo largo del tiempo en todo el puerto explicando, de este modo, el que los aumentos observados en el zooplankton se mostrasen de una forma semejante en distintos grupos taxonómicos. En el caso de *A. clausi* y *C. ponticus* las curvas de proporción sexual apoyan la idea de un aumento de la fecundidad, determinando esta el aumento posterior de la población.

No vamos a hacer aquí un análisis detallado de las observaciones realizadas en otras zonas y, en este mismo puerto, en épocas anteriores; pero sí puede señalarse que, en relación a las observaciones realizadas por MASSUTÍ (1946) en el puerto de Mahón y, también de acuerdo con los datos correspondientes a otros lugares, puede considerarse que, especialmente en el caso de los cladóceros, la proliferación fue algo temprana y que, en el caso de *A. clausi*, su magnitud es muy destacable. Esto es un factor más a añadir en favor de la hipótesis de la aparición de unas condiciones tróficas favorables. Expresando la idea en términos más generales: determinados taxones tienden a aumentar sus poblaciones cuando, en ausencia de condiciones alimentarias desfavorables, la temperatura del agua se eleva. Ahora bien, si esta no ha alcanzado todavía el valor óptimo pero se presenta un tipo de alimento adecuado en cantidad suficiente, se produce un aumento de la población que dentro de las coordenadas ecológicas normales consideramos atípico.

Para finalizar, puede señalarse una disminución de la concentración de

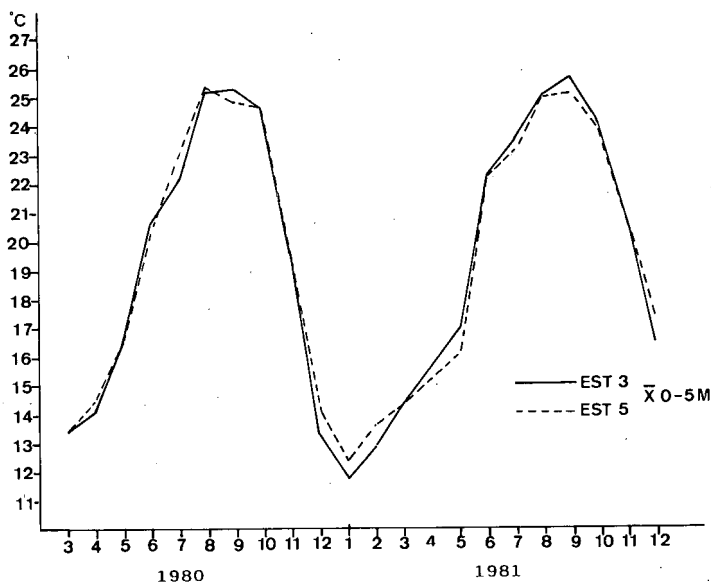


Fig. 11. Variación de la temperatura a lo largo del tiempo, valores promedio de los cinco primeros metros de la columna de agua.

Fig. 11. Variation of temperature through time, mean values for the first 5 m of the water column.

clorofila durante la fase posterior del aumento del zooplancton y después de este (figuras 2 y 10). Este fenómeno puede ser interpretado, en principio como el resultado del consumo masivo de los organismos considerados, especialmente *A. clausi*.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCARAZ, & M., WACENSBERG, M. 1978.—Análisis de series temporales: proporción sexual y densidad de poblaciones en copépodos. *Inv. Pesq.* 42 (1) 155-165.
- GARCÍA, M. 1985.—Distribución al conocimiento de la biología de *Centropages ponticus* Karavaev (copepoda, calanoida). *Bol. Inst. Esp. Ocean.*, 2 (2): 47-52.
- JANSA, J. 1985.—Nota sobre el zooplancton de las principales bahías y puertos de las Baleares. *Bol. Inst. Esp. Ocean.*, 2(1), 108-131.
- MASSUTI, M. 1946.—Estudio del plancton del puerto de mahón en el curso de un año (1946). *Bol. Inst. Esp. Ocean.* n° 2.
- VIVES, F. 1981.—Sur les copépodes des zones neritiques espagnoles. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 27 (7): 169-171.