

Copépodos de las aguas portuarias de Málaga *

V. RODRÍGUEZ

Dpto. de Ecología. Fac. de Ciencias, Univ. de Málaga

F. VIVES

Instituto de Investigaciones Pesqueras de Barcelona,
Paseo Nacional, s/n. Barcelona-3.

Palabras clave: Plancton, Copépodos, *Acartia*, ciclo anual, puerto de Málaga, Mediterráneo occidental.

Key words: Plankton, Copepods, *Acartia*, annual cycle, Málaga harbour, West Mediterranean.

RESUMEN: Los autores estudian la importancia de los Copépodos dentro del sistema planctónico portuario así como la riqueza específica, diversidad y ciclo anual de abundancia de las especies más importantes. Se establecieron cinco estaciones que fueron visitadas quincenalmente desde junio de 1978 al mismo mes de 1979, efectuándose pescas horizontales simultáneas a 1 y 9 metros de profundidad y de cinco minutos de duración.

Han sido identificadas 50 especies de Copépodos y aunque la comunidad está dominada, fundamentalmente, por un reducido número de especies pertenecientes al género *Acartia*, existen otras que, aunque escasas, revisten cierta importancia ecológica.

Se pone de manifiesto la existencia de dos subsistemas espaciales distintos, que condicionan las estrategias desarrolladas por las especies de *Acartia* al objeto de evitar la extinción durante el periodo invernal.

SUMMARY: THE COPEPODS FROM THE MÁLAGA HARBOUR. — The distribution and diversity of copepod species in the planktonic system of the Málaga harbour were studied during an annual cycle.

Horizontal catches from 1 and 9 m depth were taken at five stations every fortnight from July 1978 till July 1979. Fifty species of copepods were identified, however the community was generally dominated by a reduced number of *Acartia* species.

The harbour waters present two subsystems in which *Acartia* species have developed different strategies in order to avoid their extinction during the winter period.

INTRODUCCIÓN

Dentro de la productividad marina, el zooplancton representa el segundo eslabón de la cadena alimentaria. Sus poblaciones, junto a las formas holopláncticas, encierran una fauna meroplánctonica que, en los medios someros y confinados, adquiere un desarrollo cuantitativo particularmente intenso. Dentro del zooplancton, la biología de los Copépodos es particularmente in-

* Recibido el 16 de julio de 1983.

teresante, habiendo sido objeto de estudios más intensos que otros grupos debido al grado de diversidad de sus formas, así como al hecho de constituir la parte principal del mismo (SHMELEVA & KOVALEV, 1974); las variaciones de su biomasa dependen de una serie de factores tróficos e hidrológicos (RAZOULS, 1974, 1975).

El presente trabajo, que forma parte de una serie sobre el sistema planctónico en medios alterados, trata de evaluar la respuesta de la comunidad de Copépodos a un ambiente agresivo y relativamente aleatorio como es el portuario. A tal efecto se ha procedido al estudio de la composición, estructura, diversidad y variación espacio-temporal de sus poblaciones a lo largo de un ciclo anual, conocimiento de las especies que se constituyen en dominantes y/o son importantes desde el punto de vista de la dinámica trófica del sistema. Asimismo se han estudiado las modificaciones aparentes de orden cualitativo y cuantitativo que afectan a los censos en relación, fundamentalmente, con los resultados descritos en zonas circundantes siguiendo un gradiente de magnitud creciente (puerto de Málaga-bahía-mar de Alborán) y en otras comunidades portuarias.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se fijaron cinco estaciones distribuidas, tanto en su número como en su emplazamiento, estratégicamente entre las distintas dársenas portuarias (figura 1, en RODRÍGUEZ-VIVES, 1984). La selección se realizó en función de la propia configuración del recinto portuario, en un intento de estudiar zonas de aspectos ecológicos diferentes. De este modo, las estaciones E-1 y E-2 se localizan en la parte más interior del puerto, sobre fondos de 10 y 11 m respectivamente, en dársenas muy amplias que albergan un volumen importante de agua y están intensamente intercomunicadas, aunque muy segregadas del resto. Del exterior hacia el interior, formando un sistema paralelo y casi independiente del anterior, se suceden las estaciones E-5, E-4 y E-3, estando enclavada la primera en el antepuerto, abierta al SO y protegida al E por una escollera. A continuación, bien comunicada con la anterior, se localiza la E-4. Por último, la E-3 está incluida en la dársena pesquera sobre fondos de 9 m y separada de la anterior por un estrecho canal de 25 m.

Las estaciones se visitaron con una frecuencia aproximadamente quincenal entre los meses de julio de 1978 y julio de 1979, efectuándose las pescas de zooplancton simultáneamente en los niveles superficial (1 m) y profundo (9 m) —a excepción de la E-3, en la que fue a 7 m—, con una duración de cinco minutos.

Se utilizaron redes del tipo Juday-Bogorov, propuesto por el CIESMM como estándar para el zooplancton mediterráneo (TREGOUBOFF, 1961), aunque modificadas en lo que respecta a las dimensiones (0,125 m² de superficie de boca), estando equipadas con mallas de 250 µm.

RESULTADOS

En cuanto al grado de abundancia (fig. 1), se ha podido comprobar un claro y generalizado dominio del grupo de los Copépodos, seguido de la fracción meroplanctónica que está constituida, en su inmensa mayoría, por larvas de cirrípedos. Siguen los Apendicularceos y Cladóceros. Los otros grupos constituyen fracciones insignificantes.

Desde el punto de vista de la variación estacional de abundancia, se puede distinguir un período invernal, de valores bajos, en el que el zooplancton estaría formado casi exclusivamente por Copépodos; una etapa estival de densidades máximas en la que los efectivos de este grupo han disminuido en favor, sobre todo, de las larvas meroplanctónicas; y una última fase, de otoño-prIMAVERA, en la que, junto al mantenimiento de valores altos para Copépodos, los porcentajes residuales quedan repartidos entre las larvas de diversas especies y los Cladóceros. Como se ve, durante el invierno, la comunidad zooplanctónica cuenta con muy pocos efectivos y una riqueza específica baja, siendo en verano cuando se crean las condiciones propicias para un mayor desarrollo cualitativo y, sobre todo, cuantitativo.

En cambio, en la bahía de Málaga (RODRÍGUEZ, 1979), junto a un máximo estival homólogo, se hace patente el predominio de grupos holoplanctónicos tales como Copépodos y Cladóceros, pasando a ocupar la fracción meroplancótica el tercer lugar.

COPÉPODOS

Riqueza específica

Durante el ciclo anual se ha podido comprobar la existencia de un mínimo de 3 especies de copépodos por muestra y un máximo de 19, distribuyéndose esta riqueza según una lognormal trucada de Preston (fig. 2) cuyo valor modal, contabilizado en 39 ocasiones (16,25 % de los inventarios) es de 6 esp/inv. En consecuencia, la mayoría de las clases de frecuencia (75 %) se refieren a valores de la variable superiores a la moda, acumulándose en ellas casi el 60 % de los inventarios realizados.

Desde el punto de vista espacial (fig. 3), se aprecia un incremento significativo de los valores medios de esta riqueza desde el conjunto de estaciones más interiores o confinadas (E-1, E-2, E-3) a las más exteriores (E-4 y E-5), de modo que si consideramos las estaciones como segregadas a lo largo de un hipotético canal, es a partir de la E-3 donde la pendiente se hace mayor pasando de un valor medio de 6,76 esp/inv. a 9,57 esp/inv. en E-5, estación en la cual la distribución puntual de los inventarios por número de especies presentes es bimodal.

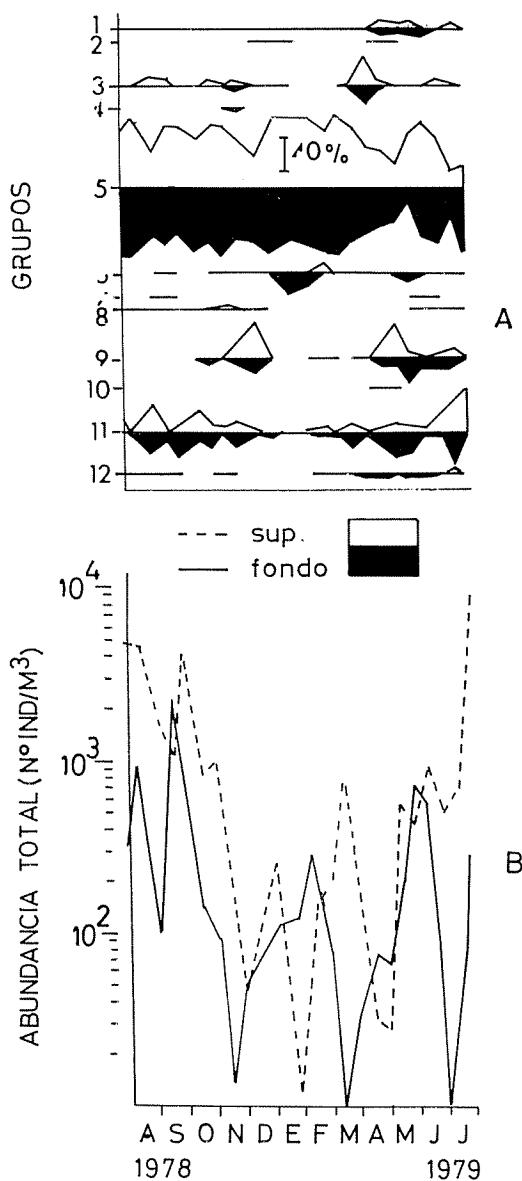


FIG. 1.—Variaciones estacionales de abundancia relativa (A) y absoluta (B) de los diversos grupos zoológicos del zooplancton del puerto de Málaga: 1, Hidromedusas; 2, Sifonóforos; 3, Cladóceros; 4, Ostrácodos; 5, Copépodos; 6, Eumalacostráceos; 7, Moluscos; 8, Quetognatos; 9, Apendiculariáceos; 10, Taliáceos; 11, Meropláncton y 12, Ictiopláncton.

Diversidad

Teniendo en cuenta el carácter agresivo y relativamente impredecible de este medio, era de esperar su colonización por especies que pudieran soportar condiciones ambientales extremas, dando como resultado una fauna poco diversa. El índice utilizado para el cálculo de la diversidad ha sido el de Shannon-Weaver (H), oscilando el rango de variación del índice entre un mínimo de 0,34 (medido en septiembre en E-2) y un máximo de 3,36 (obtenido en febrero), y presentando una correlación con la riqueza específica que, aunque significativa, es baja (+0,49), lo que confirmaría lo inadecuado del uso del número de especies como índice de diversidad. Respecto a la posible variación espacial (fig. 4), de la misma forma que ocurría con la riqueza específica, se pone de manifiesto un incremento significativo de la diversidad con la proximidad a la boca del puerto, obteniéndose el valor medio más bajo en la estación más confinada como es la dársena pesquera (E-3).

Por el contrario, el coeficiente de variación de este parámetro, en cada una de las estaciones, pone de manifiesto (fig. 5) la consecución de los mayores valores en las estaciones interiores y sobre todo en la E-3, pudiéndose deducir la existencia, en este grupo de estaciones confinadas, de grandes períodos muy diferentes entre sí, durante los cuales las condiciones serían relativamente homogéneas, lo que redundaría en una mayor persistencia. En cambio, en las estaciones más exteriores y fronterizas con el sistema extraportuario, el rango

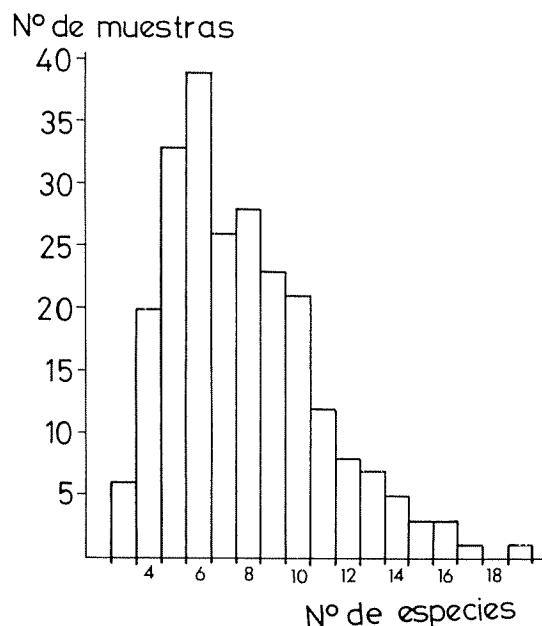
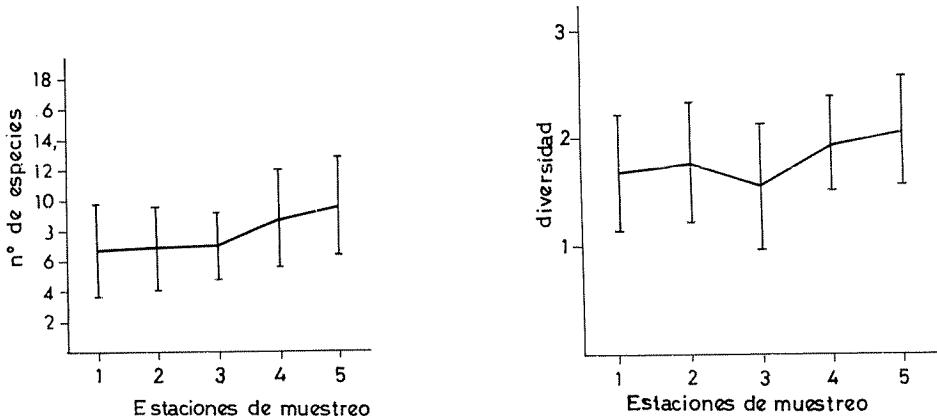


FIG. 2.— Histograma de frecuencias del número de especies/muestra.



FIGS. 3 y 4.— FIG. 3 (izquierda): Valor medio del número de especies por muestra en cada una de las estaciones.— FIG. 4 (derecha): Valor medio de la diversidad de los censos efectuados en cada estación.

de las fluctuaciones está más amortiguado, el coeficiente de variación es menor, pero la pequeña oscilación alrededor de la media es más frecuente (en el sentido de LEIGU, en MARGALEF, 1968) y, en consecuencia, el medio es más fluctuante o menos persistente que el anterior.

Todo ello es básicamente coherente con las ideas avanzadas por THIENEMANN (en MARGALEF, 1974) de que el número de especies es pequeño y el de individuos de cada una de ellas muy grande en aquellos ambientes que se apartan de condiciones generalizadas o que son impredecibles, apreciándose cómo normalmente la contaminación, el enriquecimiento de nutrientes, etc., implican

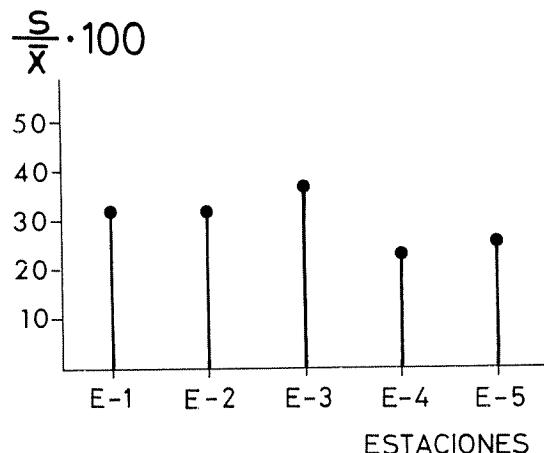


FIG. 5.— Coeficientes de variación de la diversidad de los censos en cada estación.

una monotonía en la composición específica de la población, una alteración en la estructura del ecosistema y una reducción de la diversidad, siendo en nuestro caso (y en comparación con lo hallado por BELLAN & BELLAN-SANTINI (1970) y MARCOTTE & COULL (1974)) más restrictiva la agresividad persistente de las estaciones confinadas que las fluctuaciones mayormente aleatorias de las estaciones más exteriores, fronterizas con un sistema distinto.

Aspectos faunísticos

Se ha completado un censo de 50 taxones de Copépodos, relativamente amplio para un ecosistema de tipo portuario, lo que sería una consecuencia de las características tan variadas de la zona que lo circunda.

Respecto a la variación temporal de la importancia relativa de los diferentes géneros (fig. 6), se ha puesto de manifiesto la generalizada dominancia del asociado congenérico de *Acartia*, que disminuye ligeramente en la segunda mitad del año a causa del incremento de las poblaciones de *Paracalanus*, *Clausocalanus* y *Temora*, disminución que es más acusada con el carácter externo de la estación.

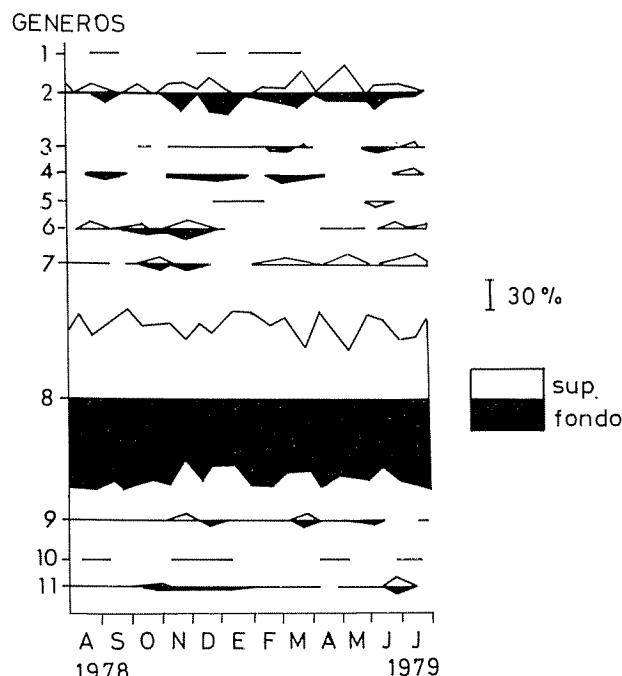


FIG. 6.—Variación estacional de las abundancias relativas de los géneros más importantes de Copépodos: 1, *Calanus*; 2, *Paracalanus*; 3, *Calocalanus*; 4, *Clausocalanus*; 5, *Diaixis*; 6, *Temora*; 7, *Centropages*; 8, *Acartia*; 9, *Oithona*; 10, *Euterpina*; 11, Resto de especies.

CUADRO I

Copépodos capturados en el puerto de Málaga durante el año 1978-79
 (x, densidad media en ind/m³, estimada a partir de la totalidad de pescas efectuadas.

Copépodos	x	%	Copépodos	x	%
<i>Calanus</i> sp. (copepoditos)	0,22	0,069	<i>Istas clavipes</i>	0,16	0,050
<i>Calanus helgolandicus</i>	0,08	0,003	<i>Lucicutia flavicornis</i>	0,04	0,014
<i>C. brevicornis</i>	0,01	0,004	<i>Labidocera wollastoni</i>	0,04	0,013
<i>C. minor</i>	0,01	0,002	<i>Parapontella brevicornis</i>	0,006	0,002
<i>Eucalanus hyalinus</i>	0,02	0,006	<i>Acaria</i> sp. (copepoditos)	96,3	30,746
<i>E. monachus</i>	0,04	0,012	<i>A. clausi</i>	48,61	15,521
<i>Mecynocera clausi</i>	0,15	0,047	<i>A. discaudata</i> var. <i>mediterranea</i>	46,57	14,868
<i>Paracalanus parvus</i> + sp.	24,68	7,881	<i>A. grani</i>	79,26	25,305
<i>Calocalanus pavo</i>	0,04	0,012	<i>A. danae</i>	0,09	0,029
<i>C. styliferus</i>	0,32	0,103	<i>A. josephinae</i>	0,005	0,002
<i>C. plumulosus</i>	0,04	0,014	<i>A. enzoi</i>	+	+
<i>C. contractus</i>	0,002	0,001	<i>Oithona brevicornis</i>	0,002	0,001
<i>C. tenuis</i>	0,20	0,063	<i>O. helgolandica</i>	0,21	0,068
<i>C. neptunus</i>	0,03	0,010	<i>O. nana</i>	0,58	0,185
<i>Clausocalanus</i> sp.	3,74	1,193	<i>O. plumifera</i>	0,71	0,225
<i>Ctenocalanus vanus</i>	0,02	0,007	<i>O. setigera</i>	0,14	0,046
<i>Diataxis duranii</i>	0,73	0,234	<i>Ratania flava</i>	0,007	0,002
<i>Tenora longicornis</i>	0,04	0,012	<i>Microsetella norvegica</i>	0,001	+
<i>T. stylifera</i>	3,55	1,135	<i>Microsetella gracilis</i>	0,002	0,001
<i>Temeropa mayumbaensis</i>	0,03	0,010	<i>Euterpnina acutifrons</i>	0,92	0,294
<i>Centropages</i> sp. (copepoditos)	4,15	1,326	<i>Chytemnestra scutellata</i>	0,006	0,002
<i>C. typicus</i>	0,05	0,018	<i>Oncaea</i> sp.	0,14	0,045
<i>C. ponticus</i>	0,61	0,195	<i>Sapphirina</i> sp.	0,01	0,003
<i>C. hamatus</i>	0,11	0,035	<i>Corycaeus</i> sp.	0,30	0,094
<i>C. chierchiae</i>	0,29	0,092			

En el cuadro I se expone el conjunto de especies considerando las cinco estaciones estudiadas. Del mismo se deduce que tan sólo 5 géneros (*Paracalanus*, *Clausocalanus*, *Temora*, *Centropages* y *Acartia*) de los 25 hallados, incluyen más del 85 % de los individuos. Las especies cuya representación es superior al 1 % figuran en el cuadro II, y las comprendidas entre 1 y 0,1 %, en el cuadro III. Del estudio de los mismos se desprende el efecto causado por los factores físico-químicos más rigurosos en las estaciones 1, 2 y 3 que en las estaciones 4 y 5, cuya diversidad resulta muy superior.

El género *Acartia* es, sin duda alguna, el mejor representado. Hemos hallado un total de seis especies con diversa participación en la comunidad planctónica. A continuación se exponen algunas notas ecológicas sobre las mismas.

Acartia clausi. Especie característica del mar de Alborán (MASSUTÍ y NAVARRO, 1950; DURÁN, 1963), en donde se muestra como el copépodo más importante, con una distribución paralela a la costa (GARCÍA *et al.*, en prensa), aunque disminuyendo hacia el Estrecho (GIRÓN, 1963); está presente de forma constante en la bahía de Málaga, con máximo desarrollo de sus poblaciones en primavera y, sobre todo, principios de verano.

En las zonas portuarias poco influidas por aguas más oceánicas, adquiere un desarrollo particular, mostrando preferencia por las aguas diluidas más o menos estancadas (LAKKIS, 1971; GAUDY, 1971), y mostrando resistencia a la contaminación orgánica, mineral y bacteriana (CITARELLA, 1970). En nuestro caso ha estado presente en todas las campañas, estaciones y niveles, aunque sus efectivos muestran un acantonamiento en sectores de características dife-

CUADRO II

Copépodos con representación global superior al 1 % según las diferentes estaciones.

Especies	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5
<i>Paracalanus parvus</i>	7,32	19,87	2,91	11,95	13,30
<i>Clausocalanus</i> sp.		1,23		2,46	2,78
<i>Diaixis durani</i>		1,18			
<i>Temora stylifera</i>		1,74		1,76	2,39
<i>Temeropia mayumbaensis</i>		2,06			
<i>Centropages</i> sp.	1,47	2,06		2,29	2,28
<i>Acartia</i> sp. (copepoditos)	29,49	35,13	32,56	30,69	25,40
<i>Acartia clausi</i>	19,57	14,2	9,74	18,05	25,12
<i>Acartia discaudata</i>	12,39	13,21	10,48	24,22	21,02
<i>Acartia grani</i>	27,20	6,41	42,04	5,92	4,00
<i>Acartia danae</i>				3,30	
<i>Oithona nana</i>		2,53			

CUADRO III

Copépodos con representación global comprendida entre el 1,0 y 0,1 % según las diferentes estaciones.

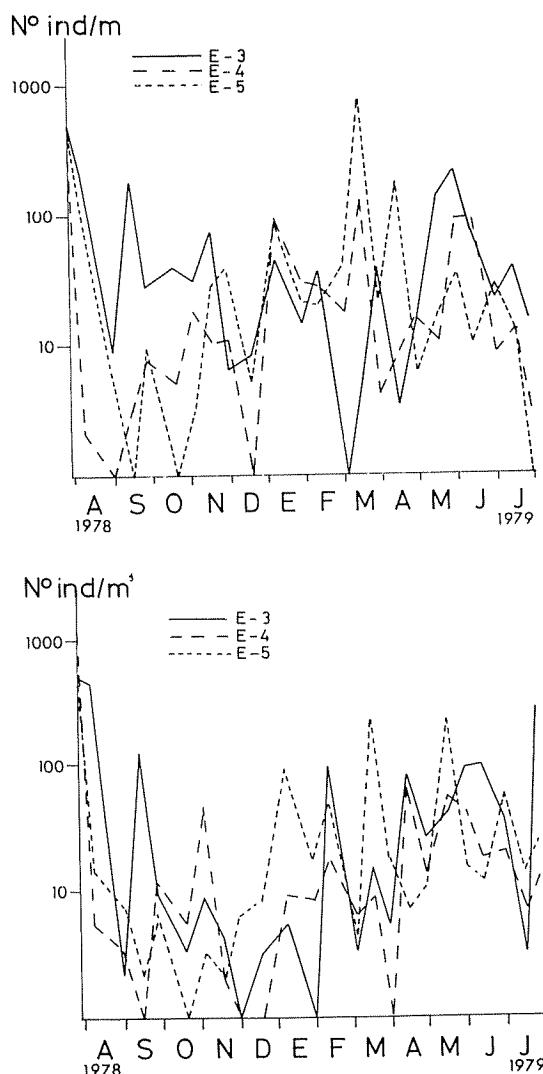
Especies	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5
<i>Calocalanus styliremis</i>	0,13	0,11		0,14	0,20
<i>C. tenuis</i>					0,13
<i>Clausocalanus</i> ssp.	0,46				
<i>Diaixis durani</i>	0,22			0,22	0,36
<i>Temora stylifera</i>	0,58		0,59		
<i>Centropages typicus</i>	0,10				
<i>C. ponticus</i>	0,33	0,40		0,34	0,15
<i>C. hamatus</i>		0,10		0,18	
<i>C. chierchiae</i>		0,26			0,21
<i>Isias clavipes</i>			0,10		
<i>Labidocera wollastoni</i>		0,13			
<i>Oithona plumifera</i>	0,10	0,32		0,34	0,64
<i>O. setigera</i>			0,10		0,18
<i>O. helgolandica</i>				0,11	
<i>Euterpinina acutifrons</i>	0,30	0,59	0,11	0,40	0,59
<i>Oncaea</i> sp.					0,11
<i>Corycaeus</i> sp.				0,15	0,27

rentes según la época del año (fig. 7). Así, se delimita una etapa de verano-otoño en la que las mayores densidades se obtienen en la estación más confinada (E-3), estableciéndose un gradiente negativo con el carácter más externo de la estación (429 ind./m³ en E-3, 275 ind./m³ en E-4 y 108 ind./m³ en E-5), por lo que se podría deducir un acantonamiento de sus poblaciones a un ambiente típicamente portuario; y otra etapa de invierno-primavera en la cual los gradientes son positivos con la exteriorización de las estaciones, reflejando ahora el carácter alóctono de la especie que se concreta muy especialmente en marzo, instante en que alcanza la máxima densidad anual (1327 individuos/m³), en la E-5, lo que a su vez podría indicar la llegada de una gran masa de individuos extraportuarios.

Acartia discaudata var. *mediterranea*. Especie nerítica. En la mayoría de los trabajos sobre el zooplancton de zonas contaminadas, sobre todo si existe una cierta desalinización, se cita como acompañante de *A. clausi*, aunque siempre su presencia es esporádica y escasa (GAUDY, 1962; SAN FELIU & MUÑOZ, 1965; CRISAFI & CRESCENTI, 1972; ALCARAZ, 1977).

No ha sido encontrada en aguas de la bahía (RODRÍGUEZ, 1979), pero está presente, de forma permanente, en las portuarias, en las que ofrece una dis-

tribución espacio-temporal muy similar a la de *A. clausi*, con la que muestra una correlación positiva y significativa (de 0,81). Refleja un carácter ni francamente de aguas contaminadas ni de aguas más neríticas, alcanzando las mayores densidades (1009 ind./m³) en la estación intermedia E-4, durante el verano (fig. 8).



FIGS. 7 y 8.—FIG. 7 (parte superior): Variación estacional de la densidad (ind/m³) de *Acartia clausi* en las estaciones 3, 4 y 5 del puerto de Málaga.—FIG. 8 (parte inferior): Variación estacional de la densidad (ind/m³) de *Acartia discaudata* en las estaciones 3, 4 y 5 del puerto de Málaga.

Acartia grani. Especie común a lo largo de las costas portuguesas (VILELA, 1972). Ocupa las zonas más interiores y desaladas de la ría de Vigo, donde está sometida a una alta inestabilidad ambiental que lleva a ALCARAZ (1977) a suponerla de tendencia muy oportunista. Por el contrario, en la bahía de Málaga aparece únicamente en junio, en condiciones de una gran estabilidad hidrológica (RODRÍGUEZ, 1979). En el puerto (fig. 9) se encuentra durante todo el año excepto en invierno. Está continuamente restringida a las estaciones más interiores, desde donde se difunde hacia el exterior con picos de densidad muy claros (1717 ind./m³) cuando la temperatura del agua alcanza los máximos anuales, manteniendo valores elevados (964 ind./m³) hasta el mes de septiembre.

Acartia danae. A pesar de no ser un habitante normal de las aguas mediterráneas, se debe aceptar un cierto grado de adaptación a las mismas (VIVES, 1978), siendo más abundante en el sector occidental del mar de Alborán (GIRÓN, 1963). No obstante, está ausente de este sector en julio de 1975 (GARCÍA *et al.*, en prensa) y se muestra accidental y escasa en la Bahía (RODRÍGUEZ, 1979), apareciendo en las aguas portuarias en forma de individuos aislados durante los meses más invernales.

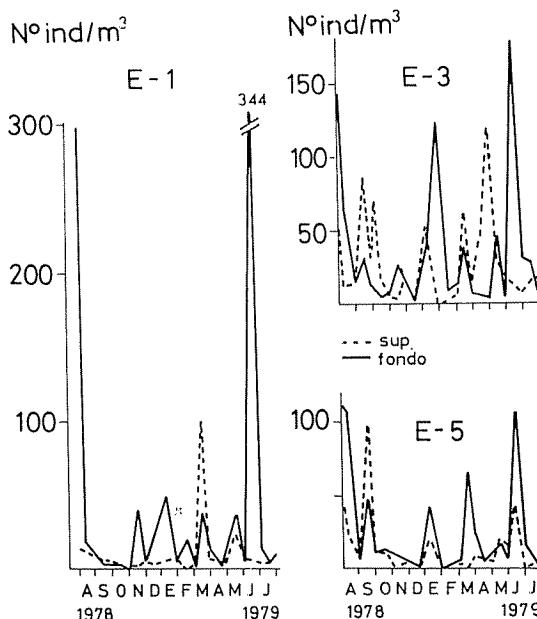
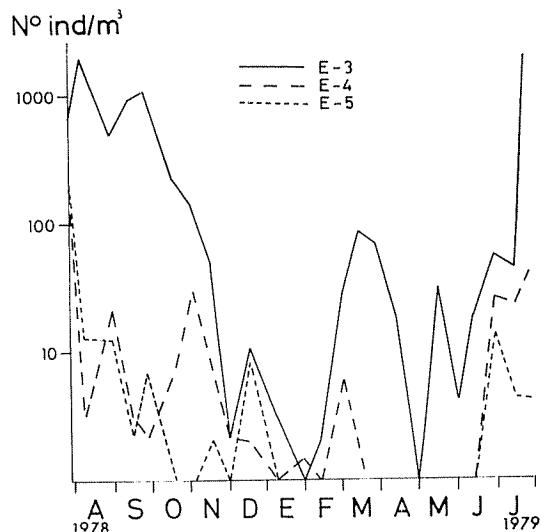
Acartia josephinae. Descrita por CRISAFI (1974) a partir de muestras procedentes de varias localidades mediterráneas generalmente contaminadas. Es citada por este mismo autor como muy abundante en las aguas portuarias de Castellón. Sin embargo, ha sido muy rara en las muestras del puerto de Málaga, donde ha sido vista en individuos aislados.

Acartia enzoi. Especie también descrita por CRISAFI (1974) a partir de un número muy reducido de ejemplares. Éstos fueron observados en muestras procedentes de aguas contaminadas receptoras de efluentes industriales, y respecto de cuya existencia como tal nueva especie BRADFORD (1976) parece dudar, apuntando la posibilidad de que se trate de simples malformaciones de *A. discaudata* var. *mediterranea*. En las muestras estudiadas por nosotros han sido observados varios individuos hembras que responden a la descripción de CRISAFI (1974), con anomalías en el quinto par de patas.

Otro género que merece mención especial es *Centropages*, representado por cuatro especies: *Centropages typicus*, *C. ponticus*, *C. hamatus* y *C. chierchiai*.

C. ponticus y *C. chierchiai* son las especies más frecuentes y más abundantes en estas aguas interiores. La primera está muy bien representada y es abundantísima en el mar Negro. Se halla en muchos puertos mediterráneos, donde, según KOVALEV (1966) y debido a diferencias en los factores ecológicos, muestra pequeñas variaciones morfológicas todavía no estudiadas en detalle. En el puerto de Málaga, dentro de este género, es la especie más abundante y frecuente, hallándose en el 46 % de las muestras. Ha sido observada durante el período verano-otoño, con máximos de 30 ind./m³ en julio.

C. chierchiai, más bien rara en el Mediterráneo occidental, es una forma muy frecuente y abundante en las aguas atlánticas, de aquí que resulte bas-



FIGS. 9 y 10.—FIG. 9 (parte superior): Variación estacional de la densidad (ind/m^3) de *Acartia grani* en las estaciones 3, 4 y 5 del puerto de Málaga.—FIG. 10 (parte inferior): Variación estacional de la abundancia de *Paracalanus parvus* + ssp. en algunas estaciones de muestreo del puerto de Málaga.

tante común en aguas de Alborán. En el puerto de Málaga no presenta grandes concentraciones. Ha sido observada frecuentemente en primavera y verano.

El caso de *Centropages typicus* constituye un enigma todavía no aclarado. Sólo en contadas ocasiones resulta extraordinariamente abundante en el mar de Alborán (lo normal es que *C. chierchiae* sea mucho más frecuente y que domine sobre la especie anterior), por ello no nos extrañará la rareza con que ha sido observado en el puerto de Málaga, donde ha aparecido en cantidades exiguas.

Algo parecido sucede con *C. hamatus*, pues siendo excepcional en la bahía de Málaga, ha sido capturado únicamente en marzo en las aguas portuarias y con densidades reducidas (9 ind./m³).

Isias clavipes. Esta especie ha sido recogida también de modo ocasional y poco abundante, aunque, curiosamente, en la estación más confinada (E-3) y cerca del fondo donde es relativamente frecuente en julio-agosto y en noviembre-enero.

Otras familias de relativa importancia son: *Temoridae*, *Paracalanidae* y *Pseudocalanidae*. Dentro de la primera podemos citar a *Temora longicornis* como especie abundante (254 ind./m³) y ampliamente distribuida en aguas neríticas del NO de Alborán. Es típica en el NO africano y costas portuguesas; en cambio, es más bien rara en el Mediterráneo occidental, donde es considerada como especie indicadora de aguas atlánticas.

En la bahía de Málaga, RODRÍGUEZ (1979) la observa en raras ocasiones y en el puerto únicamente ha sido capturada en julio y en cantidades mínimas.

Temora stylifera. Especie de amplia distribución, muy común en el Mediterráneo occidental, observándose durante todo el año en las aguas neríticas. En la franja costera del mar de Alborán se halla en notables abundancias (300 ind./m³, según GARCÍA *et al.*, en prensa); en la bahía de Málaga constituye una forma perenne pero poco abundante y eminentemente otoñal (RODRÍGUEZ, 1979). En las aguas portuarias ha sido hallada con frecuencias siempre superiores al 50 % de los inventarios, que aumentan hasta el 80 % en las estaciones más exteriores, presentándose sin solución de continuidad desde junio a enero y alcanzando densidades máximas en noviembre (52 ind./m³).

Temeropia mayumbaensis. Esta especie se halla normalmente por debajo de los 200 m de profundidad y en las áreas del Mediterráneo occidental situadas frente a las costas catalanas, se encuentra en niveles superiores a los 500 m de profundidad (VIVES, 1978), siendo casual su aparición en superficie (CORRAL, 1970). En aguas del puerto de Málaga ha aparecido solamente en febrero, indicando posiblemente su presencia la llegada de aguas profundas.

Dentro de la familia Paracalanidae, hemos de citar como especie muy frecuente de aguas neríticas y a veces interiores a *Paracalanus parvus*. Constituye una de las especies importantes en la bahía de Málaga (RODRÍGUEZ, 1979), y en el puerto se ha mostrado como especie perenne (95 % de los inventarios), con abundancias medias comprendidas entre 10 y 41 ind./m³, siempre mayores en el nivel de fondo y con un período de densidades máximas centrado en los

meses de junio y julio de ambos años (344 ind./m^3 en junio de 1979). No obstante, también hay momentos de altos valores invernales, lo que se traduce, en conjunto, en una serie de picos (fig. 10), que posiblemente estén en relación con las 5 o 6 generaciones anuales descritas por GAUDY (1971, 1972), LAKKIS (1971) y SHMELEVA & KOVALEV (1974).

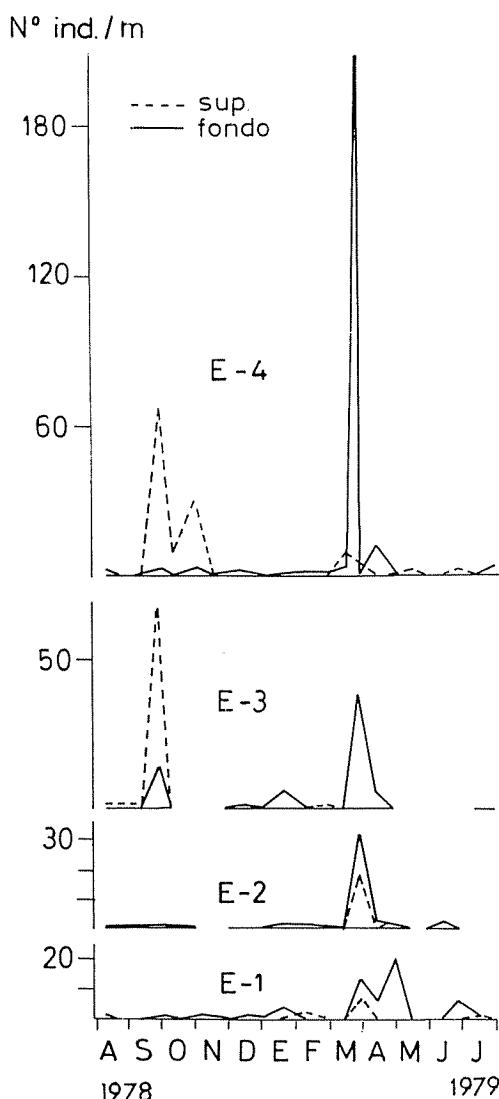


FIG. 11. — Variación estacional de abundancia de *Clausocalanus* en algunas estaciones del puerto de Málaga.

CUADRO IV

Especies de Copépodos capturados esporádicamente en el puerto de Málaga
(1978-79; ind/m³)

Especies	Meses												
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
<i>Calanus helgolandicus</i>							0,8	11,3					
<i>Calanoides carinatus</i>							0,4						
<i>Calanus minor</i>							0,4		0,8				
<i>Eucalanus hyalinus</i>									3				
<i>Calocalanus pavo</i>							0,2						
<i>C. styliremis</i>							1,5		6,0	1,5			
<i>E. monachus</i>	0,7								2,5				
<i>C. plumulosus</i>					1,5				3,0			0,8	
<i>C. contractus</i>					5,7								
<i>C. tenuis</i>					0,5				3,0				
<i>C. neptunus</i>					0,6			3,2					
<i>Mecynocera clausi</i>									1,5				
<i>Diaixis durani</i>							0,8				1,5		
<i>Temeropia mayumbaensis</i>							4,2						
<i>Lucicutia flavigornis</i>					0,4			0,8					
<i>Labidocera wollastoni</i>							0,1						
<i>Oithona brevicornis</i>							0,2						
<i>O. nana</i>					2,9			0,5					
<i>O. plumifera</i>	1,0				0,5	0,6	6,0	0,5	8,3		1,5		3,0
<i>O. setigera</i>								2,2	5,3				
<i>Ratania flava</i>								4,5	3,3			4,5	
<i>Microsetella norvegica</i>								0,3					
<i>Macrosetella gracilis</i>								0,1					
<i>Clytemnestra scutellata</i>								1,5					
<i>Oncaea</i> sp.					0,5	0,2	0,1	1,0	1,5				
<i>Corycaeus</i> ssp.	4,4				0,4	0,4	4,5		3,0				

Dentro de los Clausocalanidae, no hemos distinguido especies de *Clausocalanus*, dadas las dificultades que presenta su determinación. Este género, considerado globalmente, ha sido descrito como uno de los elementos fundamentales del zooplancton nerítico de la Bahía (RODRÍGUEZ, 1979), recogiéndose en todas las estaciones portuarias aunque con mayor frecuencia y abundancia en las más exteriores y con densidades importantes en otoño y sobre todo en primavera (fig. 11).

Ctenocalanus vanus ha sido hallada frecuentemente en el sector NO de Alborán, ligada generalmente a las orlas de los afloramientos (GARCÍA *et al.*,

en prensa). En las aguas portuarias ha resultado muy rara y escasa, recogiéndose solamente en febrero y marzo.

El resto de especies, que figuran en el cuadro IV, pueden considerarse, con muy pocas excepciones (*Euterpina acutifrons* y *Oithona helgolandica*), como especies alóctonas que aparecen esporádicamente en las estaciones más exteriores del puerto y en momentos en que se dan intercambios de agua con el exterior.

De la consideración atenta de este grupo de especies, podemos observar que prácticamente todas ellas han sido halladas durante el invierno, en que la uniformización térmica de las aguas coadyuva a la acción del viento favoreciendo el intercambio del agua con el exterior.

Casi todas ellas se hallan en una proporción inferior al 0,1 %, siendo, por tanto, especies de muy poca importancia cuantitativa y que sólo nos servirán para diagnosticar los citados intercambios.

Su presencia coincide con los máximos valores de salinidad (superiores al 38 %), con la mínima biomasa fitoplanctónica y con bajos coeficientes de extinción (VIVES, 1971). En otras palabras, todos estos factores nos hablan de una posible circulación estuaria positiva, que tendría lugar, con mayor o menor intensidad, durante los meses que van desde diciembre a abril, a diferencia de otro período del año en que la reducción de la diversidad con la ausencia de este grupo de especies (presentes a su vez en las aguas neríticas) nos hablaría de una posible circulación estuaria negativa (mayo-noviembre), manifiesta principalmente a ambos extremos de una notable estratificación centrada en pleno verano.

CONCLUSIONES

Así como en el caso del mar de Alborán destaca, sobre todo, la gran variedad faunística debido a su situación geográfica, que propicia la presencia de aguas de procedencia atlántica, y a la topografía de la zona, lo que implica la coexistencia de especies neríticas y pelágicas (DURÁN, 1963; GIRÓN, 1963), en las aguas portuarias, la fuerte selectividad impuesta por sus características ambientales, ha conformado una comunidad constituida esencialmente por un reducido número de especies del género *Acartia*, raramente ausente de las muestras y con abundancias relativamente elevadas. Por otra parte, otras especies poco frecuentes y numéricamente escasas, pueden revestir una cierta importancia ecológica en relación con los factores físicos del medio, tal es el caso de *Temeropria mayumbaensis* al actuar como posible indicadora de la llegada de aguas profundas. Un tercer grupo de especies, como son *Paracalanus parvus*, *Clausocalanus* ssp., *Temora stylifera* y *Euterpina acutifrons*, pueden considerarse como constituyentes normales de la comunidad

interior, pues si cuantitativamente no son importantes se presentan con notable frecuencia.

En total se han observado unas 50 especies de Copépodos, cantidad relativamente elevada para un ecosistema de tipo portuario, y que estaría en relación con las características generales ya apuntadas del mar de Alborán y las peculiaridades hidrológicas (zonas de afloramiento, etc.) de las áreas adyacentes al ecosistema portuario. No obstante, nunca han aparecido más de 19 especies por muestra, distribuyéndose esta riqueza específica según una lognormal truncada de Preston de valor modal 6 esp/inv.

Desde el punto de vista espacial, se produce un incremento significativo de los valores medios tanto de riqueza como de diversidad desde el conjunto de estaciones más interiores (E-1, E-2 y E-3) a las más exteriores, con mínimos en la dársena pesquera (E-3). Dado que, paralelamente, el coeficiente de variación de la diversidad es mayor en este grupo de estaciones interiores y sobre todo en la E-3, desde una perspectiva biológica y en base a estos resultados, se pone de manifiesto la existencia en las aguas portuarias de dos subsistemas espaciales distintos: uno interior, sometido a fluctuaciones intensas y de larga duración, lo que redundó en una mayor persistencia, y otro, fronterizo entre las aguas neríticas y el anterior, que se halla sometido a fluctuaciones de menor período y por tanto menos persistente.

Tanto en uno como en otro subsistema, aunque de forma más continua en el interior, las variaciones cuantitativas del zooplancton (así como de sus respectivas biomassas) están determinadas por algunas especies de *Acartia*. De ellas, *Acartia clausi* se presenta de forma constante aunque más concentrada en el sistema interior cuando la temperatura es cálida, mostrándose más abundante y junto a otras especies en el subsistema más exterior durante el invierno, cuando las condiciones interiores son extremadamente severas. Un comportamiento similar muestra *A. discaudata* var. *mediterranea*, aunque menos nítido al no contar con un aporte considerable de efectivos extraportuarios. *A. grani* es una especie absolutamente restringida al sistema interior, que desaparece en invierno y cuya proliferación estival es la principal responsable de los máximos de abundancia alcanzados a lo largo del ciclo anual.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos manifestar nuestro agradecimiento a los doctores B. Andréu y M. Alcaraz por la lectura y crítica del manuscrito, así como a doña Antonia Cruz por la ayuda prestada en la preparación del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCARAZ, M. — 1977. *Ecología, competencia y segregación en especies congenéricas de copépodos (Acartia)*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. 191 pp.
- BELLAN, G. & D. BELLAN-SAININI. — 1970. Influence de la pollution sur les peuplements marins de la région de Marseille. *FAO. Tech. Conf. Mar. Poll., Roma*.
- BRADFORD, J. — 1976. Partial revision of the *Acartia* (Copepoda. Calanoida. Acartiidae). *N. Z. Jour. Mar. Freshw. Res.*, 10: 159-202.
- CITARELLA, G. — 1970. *Zooplancton des eaux portuaires de Marseille*. Thèse Doctorat de Spécialité Oc. Biol. (planctonologie). Fac. Sciences Marseille. 147 p.
- CORRAL, J. — 1970. *Contribución al conocimiento del plancton de Canarias. Estudio cuantitativo, sistemático y observaciones ecológicas de los copépodos epipelágicos en la zona de Santa Cruz de Tenerife en el curso de un ciclo anual*. Tesis Doctoral. Publ. Fac. Ciencias de Madrid. Ser. A. n.º 129.
- CRISAFI, P. — 1974. Inquinamento e speciazione: *Acartia josephinae* e *A. enzoi* (Cop. Calanoida) specie nove del Mare Mediterraneo. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 29 (1): 5-10.
- CRISAFI, P. & M. CRESCENTI. — 1972. Comportamento, morfologia, soiluppo, misure, confronti, e revisioni di otto specie della famiglia *Acartiidae* incontrate in acque marine inquinate soprattutto da scarichi industriali. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 27 (2): 221-254.
- DURÁN, M. — 1963. Nota sobre los copépodos planctónicos del Mediterráneo occidental y mar de Alborán. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 112, 31 pp.
- GARCÍA, A., J. RODRÍGUEZ, N. CANO, V. RODRÍGUEZ. — Hidrografía y zooplancton del sector noroccidental del mar de Alborán. *Bol. Ins. Esp. Oceanogr.* (en prensa).
- GAUDY, R. — 1962. Biologie des copépodes pélagiques du Golfe de Marseille. *Rec. Trav. Sta. Mar. Endoume*, 27: 93-174.
- 1971 (72). Contribution à l'étude du cycle biologique des copépodes pélagiques du Golfe de Marseille. I. L'environnement physique et biotique et la composition de la population des copépodes. *Téthys*, 4 (3): 921-942.
- GIRON, F. — 1963. Copépodes de la mer d'Alboran (Campagne du «Président Théodore Tissier», juin 1957). *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 27 (4): 356-402.
- KOVALEV, A. B. — 1966. Distribución y variabilidad ecológica-geográfica de *Centropages ponticus* en los mares de la cuenca mediterránea, 4.^a Conferencia Interuniversitaria de zoogeografía (en ruso).
- LAKKIS, S. — 1971. Contribution à l'étude du zooplancton des eaux libanaises. *Mar. Biol.*, 11, 2: 138-148.
- MARCOTTE, B. M. & B. C. COULL. — 1974. Pollution, Diversity and Meiobenthic Communities in the North Adriatic (Bay of Piran, Yugoslavia). *Vie Milieu*, 24 (2B): 281-300.
- MARGALEF, R. — 1968. *Perspectives in Ecological Theory*. The University of Chicago Press. 111 p.
- 1974. *Ecología*. Ed. Omega, 951 p.
- MASSUTÍ, M. & F. P. NAVARRO. — 1950. Tintínidos y copépodos planctónicos del mar de Alborán (Campaña del «Xauen» en agosto y septiembre de 1948). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, n.º 37.
- RAZOUFS, Cl. — 1974. Estimation de la production globale des copépodes planctoniques dans la province néritique du Golfe du Lion (Banyuls-sur-Mer). I. Variations annuelles quantitatives. *Vie Milieu*, 24 (2B): 257-280.
- 1975. Estimation de la production globale des copépodes planctoniques dans la province néritique du Golfe du Lion (Banyuls-sur-Mer). II. — Variations annuelles de la biomasse et calcul de la production. *Vie Milieu*, 25 (1B): 99-122.
- RODRÍGUEZ, J. — 1979. *Zooplancton de la bahía de Málaga: Aproximación al conocimiento de una comunidad planctónica nerítica en el mar de Alborán*. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga. 147 p.
- SANFELIU, J. M. — 1962. Consideraciones sobre la hidrología y el zooplancton del puerto de Castellón. *Inv. Pesq.*, 21: 3-27.

- SANFELIU, J. M. & F. MUÑOZ. — 1965. Hidrografía y plancton del puerto de Castellón desde junio de 1961 a enero de 1963. *Inv. Pesq.*, 28: 3-48.
- SHMELEVA, A. A. & A. V. KOVALEV. — 1974. Cycles biologiques des copépodes (Crustacea) de la Mer Adriatique. *Boll. Pesca Piisc., Hidrobiol.*, 29 (1): 50-70.
- TREGOUBOFF, G. — 1961. Technique et méthodes des pêches quantitatives. *Rapp. Com. Explor. Mer Médit.*, 16 (2): 227-230.
- VILELA, M. H. — 1972. The developmental stages of the marine calanoid copepod *Acartia grani* Sars bred in the laboratory. *Notas e Estudos Inst. Biol. Marit.* n.º 40.
- VIVES, F. — 1971. L'affleurement d'eau sur la côte catalane et les indicateurs biologiques (Copépodes). *Inv. Pesq.*, 35 (1): 161-169.
- 1978. Distribución de las poblaciones de Copépodos en el Mediterráneo occidental. *Res. Exp. Cient. B/O Cornide*, 7: 263-302.