

# VARIACION ESTACIONAL DEL FITOPLANCTON DEL MAR MENOR Y SU RELACION CON LA DE UN PUNTO PROXIMO EN EL MEDITERRANEO.

Manuela Ros y María Rosa Miracle

Departamento de Ecología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Valencia

Palabras clave: Marine phytoplankton, marine coastal lagoons, spanish coastal waters.

## ABSTRACT

SEASONAL VARIATION OF THE MAR MENOR PHYTOPLANKTON AND ITS RELATIONSHIP WITH OF A NEARBY SITE IN THE MEDITERRANEAN SEA.

The phytoplanktonic communities of Mar Menor (Murcia, Spain) have been studied during an annual cycle and in the vertical profile in two sampling stations: (A) in the northern part, where the main communication channels with the sea are located and (B) in the deepest part. Simultaneously, they have been also studied in a point in the Mediterranean Sea, near the main communication channel.

Total phytoplankton density is low because Mar Menor acts as a negative estuary. Maximum densities, of around 500 ind/ml, were found in winter, they were due mainly to small diatoms of the genus *Cyclotella* and to *Calycomonas gracilis*. Moreover secondary maxima, of around 100 ind/ml, were produced in spring and autumn; they were also due to the mentioned species. They were the first phase of a biotic succession which showed the typical stages described in the literature for the Mediterranean Sea: (1) bloom of small diatoms and also small flagellates, (2) increase of other diatoms of bigger size, dinoflagellatae and coccolithophoraceae and (3) dominance of dinoflagellatae. This succession is more characteristic and more well-accomplished in station (B), the most differentiated and stable of the localities studied.

In the nearby point of the Mediterranean Sea, there were only two maxima, in may and october, when SSW winds were prevailing; these maxima were around 100 ind/ml and due also to a *Cyclotella* species and to small flagellates. In late spring — early summer a quick succession of increasing numbers of coccolithophoraceae and dinoflagellatae followed. Subsequently a small and deep growth of pennate diatoms with benthic affinities and of *Chaetoceros* took place and diatoms dominated in the pronounced late summer minimum, as in station (A) of Mar Menor; however the species of diatoms, although many of them congeneric, are different between the two seas.

Mar Menor differentiates from the adjacent Mediterranean Sea on the physicochemical factors as well as on the phytoplanktonic communities. The sampling station of the Mediterranean Sea chosen for this work, although showing more or less the proper Mediterranean features for physicochemical parameters and for the main trends of the annual variation of plankton density, has a phytoplankton specific composition strongly influenced by the shore and its Mar Menor formation.

## INTRODUCCION

El Mar Menor de unos 170 m<sup>2</sup> de superficie es la más extensa de las masas de agua que se encuentran en la línea de costa de la Península Ibérica. Sin embargo, son muy escasos los trabajos existentes sobre organismos del fitoplancton que, según nuestros conocimientos, se reducen a publicaciones breves en revistas poco

especializadas (Moreno, 1975, 1976; González, 1952). El Mar Menor tiene un carácter totalmente marino y es muy diferente de las lagunas litorales del Mediterráneo español. Está separado del mar por una estrecha barra de 22 Km. de longitud, cuya anchura oscila entre 100 y 1500 m, en la que se abren actualmente cinco golos o canales de comunicación (tres fueron abiertas artificialmente) provistos de instala-

Limnética 1: 32-42 (1984)

© Asociación Española de Limnología, Madrid, Spain

ciones de encañizada para fines pesqueros. El nivel de agua en el Mar Menor, de 7 m. de profundidad máxima, está mantenido, en su mayor parte, por el agua del Mar Mediterráneo que entra a través de estas golas. En realidad, se comporta como un estuario negativo, en donde la evaporación es mucho más intensa que la aportación de agua dulce, muy reducida y limitada a los periodos de lluvia, que entra en el Mar Menor a través de la rambla del Beal y otras de menor importancia que acceden a él. Obras portuarias recientes, realizadas en 1974, profundizaron uno de aquellos canales de comunicación con el Mediterráneo (antes todos muy someros), el antiguo canal artificial de la pesquería del Estacio, dándole 4 m de fondo por 8 m de ancho. Esto ha favorecido el intercambio de masas de agua y ha modificado las condiciones del Mar Menor, acercándolas más a las del mar abierto.

Con el objeto de caracterizar el fitoplancton del Mar Menor y su diferenciación respecto del de la costa Mediterránea adyacente, se ha estudiado su ciclo anual en dos puntos centrales del Mar Menor y un punto al otro lado de la barra, en el mar abierto. Se expondrá aquí un resumen del análisis de las muestras fitoplanctónicas recogidas, complementado con datos obtenidos simultáneamente de temperatura y salinidad. El estudio se centrará en la comparación de la sucesión estacional de los diferentes grupos de algas en las distintas localidades y de la dinámica de poblaciones de las especies más frecuentes.

## MATERIAL Y METODOS

El trabajo está basado en muestras quincenales obtenidas desde el 7 de febrero hasta el 9 de febrero de 1981 en las tres localidades siguientes (Fig. 1): (A) punto situado en el centro de la zona Norte, con 5'5 metros de profundidad, elegido por situarse frente a las antiguas golas naturales de comunicación con el Mediterráneo y al canal del Estacio mencionado anteriormente, (B) punto situado en el lugar más profundo del Mar Menor, unos 7 m., que se encuentra más o menos en el centro, algo hacia el Sur y (C) punto situado en el Mar Mediterráneo a unos 2 Km de la costa, al Sur del canal del Estacio, con una profundidad de unos 9 m.

Las muestras se extrajeron con botellas Van Dorn a 0, 1, 3 y 5 m de profundidad en el perfil vertical, midiéndose la temperatura en el mismo momento y la conductividad y salinidad inmediatamente después; en

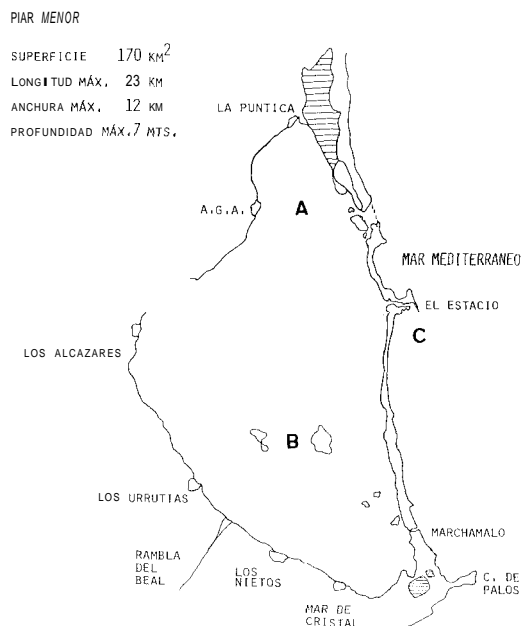


Figura 1 - Situación de los puntos de muestreo. A y B en el Mar Menor y C en el Mar Mediterráneo.

Situation of sampling stations A and B in "Mar Menor" and C in the Mediterranean Sea.

el Laboratorio del Instituto Oceanográfico del Mar Menor; con un salinómetro Beckman. Simultáneamente se evaluó la transparencia del agua mediante el disco de Secchi. Para el recuento de fitoplancton se recogieron muestras de agua en botellas de medio litro que fueron fijadas "in situ" con lugol. Los organismos procedentes de la sedimentación de este medio litro de agua se contaron por campos; a diferentes aumentos, cuyo número dependía de la concentración de fitoplancton, con un microscopio invertido Wild M-40. Por término medio se contaron 150 campos a 400x, además de 100 campos a 200x y a 1000x para afinar el recuento de células de mayor y menor tamaño respectivamente. Para la identificación de los organismos se utilizaron principalmente las siguientes referencias, entre otras, Schiller, 1933-37; Husted, 1930-66; Cupp, 1943; Cleve-Euler, 1951-55; Kofoid, 1921; Rampi, 1978-80; Desikachary, 1959; Hasle, 1956.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### a) Salinidad y temperatura,

Dada la climatología semiárida del lugar, con una precipitación anual de unos 300 mm y una evaporación anual de 1500 l/m<sup>2</sup>, el Mar Menor se comporta como un estuario negativo, como ya se ha indicado anteriormente. El agua del Mediterráneo entra superficialmente al Mar Menor, donde se saliniza, formándose a su vez una corriente profunda en sentido contrario. Todo ello repercute en las condiciones extremas que presenta el Mar Menor caracterizadas principalmente por su hipersalinidad. El relativo aislamiento del Mar Menor, masa de agua relativamente somera (unos 4'5 m. de profundidad media), respecto al mar exterior determina unas oscilaciones estacionales de los factores ambientales

mucho más marcadas que las existentes en el litoral marino. Por ejemplo, mientras que las temperaturas oscilaron en el Mar Menor entre 9°C (en diciembre) y 29°C (en agosto), en el punto de muestreo situado en el Mediterráneo variaban sólo entre 12°C y 27°C; estando estos mínimo y máximo algo desfasados respecto a los del Mar Menor, en donde ambos se alcanzaban antes (Fig. 2). Igualmente la salinidad en el Mediterráneo fluctuaba muy poco manteniéndose prácticamente en los 37'5 gr/l, con un leve mínimo de 36 gr/l en noviembre, en cambio en el Mar Menor fluctuaba entre los 43 y 46 gr/l, con un máximo a finales de verano y un mínimo más marcado en primavera que en otoño (Fig. 2).

Las fluctuaciones de los parámetros ambientales en el Mar Menor eran de mucha mayor amplitud, en los años anteriores a la profundización del canal del

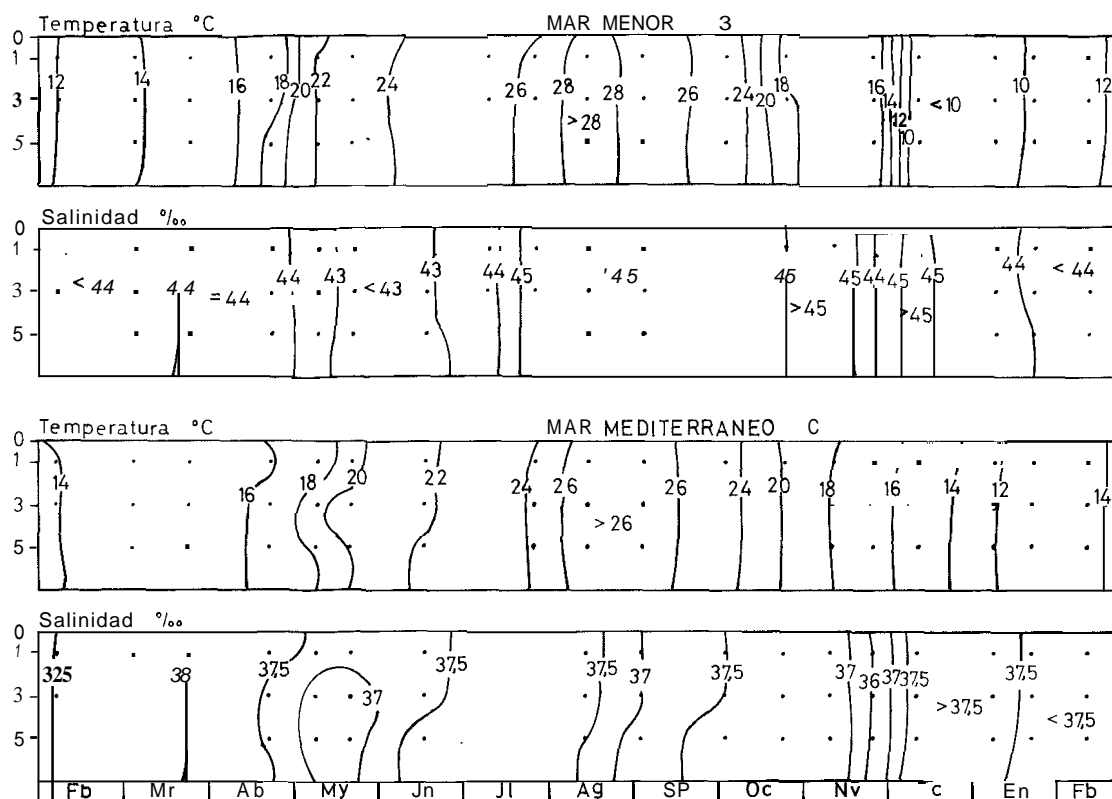


Figura 2 - Distribución en el perfil vertical (profundidad, ni, en ordenadas) y durante un ciclo anual (meses del año en abscisas) de la temperatura (°C) y la salinidad (‰) en el Mar Menor (punto B) y en el mar Mediterráneo (punto C). Las isolinias se han interpolado libremente entre las muestras puntuales cuya situación se indica

Time (months in abscissas and depth (m in ordinates) distributions of temperature (°C) and salinity (‰) in Mar Menor (sampling station B) and Mediterranean Sea (sampling station C). Isolines are freely interpolated between the indicated samples.

Estacio, llegándose a condiciones mucho más extremas, la salinidad mucho más elevada, variaba entre 48 y 53 gr/l (Aravio-Torre y Arévalo, 1971) y la temperatura entre 6QC y 30QC (Moreno, 1975). La influencia que ha tenido la ampliación de la comunicación con el mar es pues bien patente.

Las dos estaciones de muestreo dentro del Mar Menor presentaban diferencias muy ligeras entre ellas, por lo que sólo se ha representado en la fig.2 el punto B, más profundo y más aislado del mar abierto. En realidad el punto B presentaba unas temperaturas de unas décimas de grado más bajas que el punto A, en general, siendo sólo a finales de verano y otoño igual o debilmente más altas. En cuanto a la salinidad es constantemente más elevada en el punto B. Durante los meses de mayo a noviembre, que es cuando las diferencias de salinidad son más acusadas entre los dos puntos, la salinidad en el punto B era del orden de una unidad mayor, si se expresa en tanto por mil, que en el punto A.

La poca profundidad del mar Menor y el régimen de vientos de la zona, sin apenas relieve, mantiene las aguas en continua mezcla y no se establece ningún indicio de termoclina (Fig. 2). Igualmente el punto del

Mediterráneo, muy cercano a la costa y con poca profundidad tampoco presentaba estratificación en el perfil vertical muestreado.

b) Densidad y composición fitoplanctónica.

El mismo carácter de estuario negativo con entrada superficial y salida profunda mantiene un nivel bajo de nutrientes, siendo la densidad fitoplanctónica extraordinariamente reducida si se compara con otras lagunas litorales. Reflejo de ello, es la gran transparencia del agua: el disco de Secchi en todos los muestreos se veía hasta el fondo. Esto permite el desarrollo de densas poblaciones de macrófitos en el fondo que impiden a su vez el reciclaje de nutrientes hacia la superficie.

Los números máximos de individuos por ml estimados fueron del orden de 500, no muy superiores a los máximos que presentaba el punto del litoral Mediterráneo que eran del orden de 150 (Fig. 3). En el Mediterráneo estos máximos tuvieron lugar en primavera y otoño, con otro secundario de unos 50 ind/l, a mediados de verano, en profundidad. Según datos del Servicio Metereológico de San Javier los meses en que la dirección dominante del viento era la



Figura 3 - Distribución de la densidad fitoplanctónica (número total de individuos por ml) en el perfil vertical (profundidad, m. en ordenadas), durante in ciclo anual (meses del año en abcisas) y en los tres puntos de muestreo Isolineas interpoladas como en la Figura 2

Time (months abscissas) and depth (m in ordinates) distributions of the phytoplanktonic density (total number of individuals per ml) at the three sampling stations Isolines interpolated as Fig. 2

Tabla I - Especies más frecuentes del Mar menor, haciendo constar su porcentaje de ocurrencia (O) y frecuencias en tanto por mil (F), así como la abundancia máxima (M), nº indiv / ml y el mes (abreviatura entre parentesis) en que ésta se registró  
 Most frequent species from Mar Menor, with their percentage of occurrences (O) frequency as individuals per thousand (F), and maximum abundance (M) in number of individuals/ml indicating the month (abbreviation in parenthesis) when this maximum was recorded

Especies	O	F	M	Especies	O	F	M
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>				<b>CHRYSOPHYCEAE</b>			
<i>Coscinodiscus centralis</i>	6,3	0,05	0,53 (Jn)	<i>Calycomonas gracilis</i>	71,6	212,62	342,16 (En)
<i>Chaetoceros affinis</i>	8,7	2,42	18,70 (Jl)	<i>Ochromonas</i> sp.	35,4	288,01	508,24 (Fb)
<i>Ch. pseudocarinatus</i>	6,3	2,33	23,10 (Ag)	<i>Coccolitos</i>	12,6	8,94	36,50 (Fb)
<i>Achnanthes</i> sp.	10,2	0,51	1,26 (Ag)	<b>DINOPHYCEAE</b>			
<i>Navicula</i> sp.	5,5	0,09	0,51 (Oc)	<i>Amphidinium excavatum</i>	19,7	1,79	2,98 (En)
<i>Amphiproa</i> sp.	4,7	0,24	1,26 (Ag)	<i>Prorocentrum balticum</i>	63,8	23,58	22,15 (Oc)
<i>Amphora acutiuscula</i>	8,7	0,24	1,04 (My)	<i>P. micans</i>	48,0	0,93	0,95 (Oc)
<i>A. angusta</i>	8,0	1,14	6,03 (Ag)	<i>Pn. scutellum</i>	36,2	0,48	0,52 (Dc)
<i>A. coffeaeformis</i>	6,3	0,50	3,66 (Ag)	<i>Pr. triestinum</i>	14,2	0,22	0,62 (Nv)
<i>A. laevis</i>	8,0	0,15	0,50 (Ag)	<i>Dinophysis sacculus</i>	51,2	1,55	1,21 (En)
<i>A. lineolata</i>	13,4	0,40	1,97 (Fb)	<i>Peridinium bipes</i>	36,2	1,98	5,43 (En)
<i>Amphora</i> sp.	8,0	0,73	2,84 (Fb)	<i>P. cerasus</i>	15,8	0,19	0,31 (Oc)
<i>Nitzschia delicatissima</i>	4,0	0,17	1,06 (Ag)	<i>P. depressum</i>	52,8	0,83	0,94 (My)
<i>N. longissima</i>	16,5	1,42	7,53 (Oc)	<i>P. tuba</i>	14,2	0,19	0,72 (Jl)
<i>Cocconeis placentula</i>	28,0	4,38	9,69 (Fb)	<i>T. oceanicum</i>	17,3	0,18	0,53 (Jn)
<i>C. scutellum</i>	13,4	3,02	6,57 (Fb)	<i>P. paulseni</i>	27,6	0,72	1,32 (Jn)
<i>Cymbella ventricosa</i>	9,5	0,71	2,71 (Ag)	<i>P. pusillum</i>	14,2	1,03	5,02 (Ag)
<i>Cymbella</i> sp.	7,9	0,43	1,76 (My)	<i>P. trochoideum</i>	56,7	3,99	4,62 (En)
<i>Synedra fulgens</i>	10,2	0,16	0,87 (Oc)	<i>P. verrucosum</i>	15,7	1,23	6,29 (My)
<i>S. tabulata</i>	7,1	0,43	2,71 (My)	<i>Gonyaulax alaskensis</i>	15,0	0,20	0,50 (Jn)
<i>S. undulata</i>	16,1	0,34	0,54 (Jl)	<i>G. digitale</i>	12,6	0,32	2,40 (En)
<i>Grammatophora marina</i>	3,9	0,05	0,52 (Ag)	<i>G. ligustica</i>	16,5	0,58	2,13 (Ag)
<i>Mastogloia braunii</i>	3,9	0,09	0,82 (Ag)	<i>G. monacantha</i>	11,8	0,19	0,60 (Oc)
<i>M. crucicula</i>	12,0	0,28	1,04 (Ag)	<i>G. monospina</i>	16,5	0,30	1,15 (En)
<i>M. mithii</i>	8,7	0,76	4,89 (Fb)	<i>G. polyedra</i>	24,4	2,56	15,43 (Oc)
<i>Striatella interrupta</i>	6,3	0,19	0,79 (Ag)	<i>G. spirifera</i>	45,7	3,51	5,79 (Jn)
<i>St. unipunctata</i>	6,3	0,26	1,79 (Ag)	<i>C. polygramma</i>	9,5	0,23	0,68 (En)
<i>Cyclotella glomerata</i>	22,1	136,78	362,07 (Fb)	<i>Ceratium furca</i>	36,2	1,84	3,89 (Fb)
<i>Cy. meneghiniana</i>	29,1	41,05	371,47 (Mr)	<i>Glenodinium album</i>	14,2	8,27	20,73 (En)
<i>Cyclotella</i> sp.	28,4	31,64	318,28 (Mr)	<i>Gl. lenticula</i>	25,2	3,55	5,91 (En)
<b>CYANOPHYCEAE</b>				<i>Gymnodinium splendens</i>	51,2	1,94	3,49 (Nv)
<i>Chaocococcus dispersus</i>	13,4	53,10	164,00 (Jl)	<i>Gym. uberrimum</i>	9,5	1,47	5,37 (Fb)
<i>Lyngbya limnetica</i>	3,9	0,17	0,72 (Oc)	<i>Gyrodinium fusiforme</i>	53,5	5,32	8,07 (Fb)
<i>Spirulina subsalsa</i>	10,2	0,13	0,52 (Ag)	<b>CHLOROPHYCEAE</b>			
				<i>Cosmarium scopulorum</i>	9,5	0,16	0,71 (My)
				<i>Platymonas</i> sp.	10,2	3,07	13,41 (Jl)

Suroeste, dirección favorable para el afloramiento de aguas profundas en estas costas (Margalef et al., 1957) fueron precisamente mayo y octubre, meses correspondientes a los máximos de fitoplancton más importantes. El resto del año predominaban vientos de dirección NE, E o NNO contrarios al afloramiento. Con estas consideraciones, podemos atribuir los máximos fitoplanctónicos mencionados al afloramiento de aguas profundas ricas en nutrientes. En el Mar Menor,

además de estos máximos de primavera y otoño, se produjeron otros de mucha mayor importancia en invierno. Estos máximos invernales son debidos especialmente a explosiones de organismos de pequeño tamaño: *Cyclotella*, en febrero de 1980, y *Calycomonas*, en enero-febrero de 1981. Para explicar este fenómeno se podría pensar en que en invierno hay una disponibilidad mayor de nutrientes en el agua debido a una menor competencia por parte de los

TABLA II- Especies más frecuentes del Mar Mediterráneo, haciendo constar su porcentaje de ocurrencia (O) y frecuencias en tanto mil (F), así como la abundancia máxima (M), nº indiv./ml y el mes (abreviatura entre paréntesis) en que ésta se registro  
 Most frequent species from Mediterranean Sea, with their percentage of occurrences (O) frequency as individuals per thousand (F) and maximum abundance (M) in number of individuals/ml indicating the month (abbreviation in parenthesis) when this maximum was recorded

Especies	O	F	M	Especies	O	F	M
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>				<b>DINOPHYCEAE</b>			
<i>Licmophora tenuis</i>	8,8	1,19	0,85 (Jl)	<i>Prorocentrum balticum</i>	45,6	6,92	1,61 (Nv)
<i>Achnanthes</i> sp.	15,8	1,10	5,31 (My)	<i>Pr. compressum</i>	10,5	0,94	0,56 (Jn)
<i>Diploneis crabro</i>	19,3	1,96	0,74 (My)	<i>Pr. micans</i>	77,2	6,41	1,41 (Jn)
<i>Pleurosigma Clevei</i>	7,0	0,52	0,48 (Jl)	<i>Pr. scutellum</i>	28,1	2,22	1,16 (Jn)
<i>Pl. naviculaceum</i>	10,5	0,39	0,23 (Sp)	<i>Dinophysis pulchellum</i>	7,0	0,48	0,32 (Nv)
<i>Pl. normani</i>	21,1	0,86	0,34 (Jl)	<i>D. ovum</i>	7,0	0,14	0,08 (Jl)
<i>Pleurosigma</i> sp.	19,3	1,04	0,68 (Jl)	<i>D. sacculus</i>	22,8	1,29	0,57 (Jn)
<i>Navicula directa</i>	29,8	9,58	8,13 (Jl)	<i>D. sphaerica</i>	8,8	0,10	0,07 (Nv)
<i>N. directa subtilis</i>	7,0	0,44	0,60 (Oc)	<i>Proridinium bipes</i>	12,3	2,85	2,33 (Jn)
<i>N. gracilis</i>	7,0	0,24	0,25 (My)	<i>P. cerasus</i>	15,8	0,71	0,29 (Oc)
<i>Navicula</i> sp.pl.	17,5	5,52	3,98 (My)	<i>P. conicum</i>	12,3	0,30	0,15 (Mr)
<i>Amphora lineolata</i>	8,8	3,71	5,08 (Jl)	<i>P. depressum</i>	24,6	1,00	0,31 (Jl)
<i>A. proteus</i>	14,0	4,26	5,07 (Jl)	<i>P. diabolus</i>	21,1	1,05	0,54 (Fb)
<i>Nitzschia longissima</i>	10,5	1,55	0,71 (Jl)	<i>P. inconspicuum</i>	14,0	39,06	26,65 (Jl)
<i>Nc. littoralis</i>	7,0	0,14	0,14 (Oc)	<i>P. globulus</i>	21,0	0,61	0,23 (Mr)
<i>Ni. pellucida</i>	7,0	1,59	1,17 (Jl)	<i>P. globulus quaranarensis</i>	19,3	1,48	0,56 (Fb)
<i>Nc. pandeuriiformis</i>	12,3	2,12	1,22 (Sp)	<i>P. oceanicum</i>	8,8	0,08	0,04 (Fb)
<i>Surirella intermedia</i>	8,8	0,23	0,13 (Sp)	<i>P. paulseni</i>	8,8	0,18	0,07 (En)
<i>Actinella punctata</i>	7,0	1,15	0,73 (Jl)	<i>P. pusillum</i>	7,0	2,07	2,60 (Ab)
<i>Campylodiscus hibernicus</i>	8,8	0,22	0,16 (Sp)	<i>P. sphaericum</i>	7,0	0,12	0,06 (Oc)
<i>Cocconeis placentula</i>	36,8	15,40	5,25 (Jn)	<i>P. steinii</i>	8,8	0,74	0,79 (Fb)
<i>Cymbella ventricosa</i>	10,5	8,98	12,77 (Oc)	<i>P. trochoideum</i>	36,8	14,67	4,24 (Fb)
<i>Synedra undulata</i>	12,3	0,44	0,37 (Oc)	<i>P. tuba</i>	12,3	1,38	0,87 (Jl)
<i>Grammatophora marina</i>	21,1	1,68	0,88 (Jl)	<i>P. verrucosum</i>	7,0	1,06	1,33 (My)
<i>Gr. oceanica</i>	10,5	0,87	0,66 (My)	<i>Gonyaulax alaskensis</i>	17,5	1,26	1,34 (My)
<i>Mastogloia crucicula</i>	7,0	0,65	0,47 (Jl)	<i>G. diacantha</i>	7,0	0,13	0,08 (Fb)
<i>Mastogloia</i> sp.	10,5	4,71	3,73 (Jn)	<i>G. digitale</i>	21,1	0,70	0,20 (My)
<i>Striatella unipunctata</i>	8,8	0,41	0,31 (Jl)	<i>G. ligustica</i>	10,5	1,03	0,67 (Fb)
<i>Cyclotella</i> sp.	28,1	87,31	79,24 (Oc)	<i>G. monacantha</i>	10,5	0,73	0,93 (My)
<i>Cylindrotheca gracilis</i>	7,0	1,50	1,98 (Oc)	<i>G. monospina</i>	7,0	0,67	0,67 (Fb)
<i>Leptocylindrus danicus</i>	8,8	4,79	3,78 (Mr)	<i>G. polyedra</i>	17,5	2,89	2,89 (My)
<b>CYANOPHYCEAE</b>				<i>G. polygramma</i>	8,8	0,58	0,58 (Jl)
<i>Microcystis</i> sp.	7,0	18,28	9,36 (My)	<i>G. spinifera</i>	37,0	2,43	0,65 (My)
<b>CHLOROPHYCEAE</b>				<i>Ceratium furca</i>	43,9	2,59	0,79 (Fb)
<i>Coelastrum reticulatum</i>	15,8	36,65	35,50 (Jn)	<i>C. fusus</i>	10,5	0,46	0,23 (Jl)
<i>Cosmarium scopulorum</i>	8,8	1,31	0,70 (My)	<i>C. pentagonum</i>	12,3	0,33	0,23 (En)
<i>Platymonas</i> sp.	14,0	87,41	70,43 (My)	<i>Goniodoma polyedricum</i>	10,5	0,21	0,09 (Jn)
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>				<i>Go. sphaericum</i>	7,0	0,21	0,13 (Nv)
<i>Calycomonas gracilis</i>	28,1	59,47	45,72 (En)	<i>Cochlooidinium helicoides</i>	7,0	0,12	0,06 (Oc)
<i>Ochromonas</i> sp.	7,0	19,64	9,47 (Fb)	<i>Glenodinium lenticula</i>	21,1	2,95	0,78 (En)
<i>Coccolitos</i>	29,8	95,79	71,60 (Jn)	<i>Gi. paululum</i>	5,3	26,08	29,50 (Jn)
				<i>Gymnodinium splendens</i>	17,5	0,72	0,33 (En)
				<i>Gyrodinium fusiforme</i>	26,3	4,09	1,03 (Fb)
				<i>Toridinium robustum</i>	7,0	0,67	0,52 (Nv)

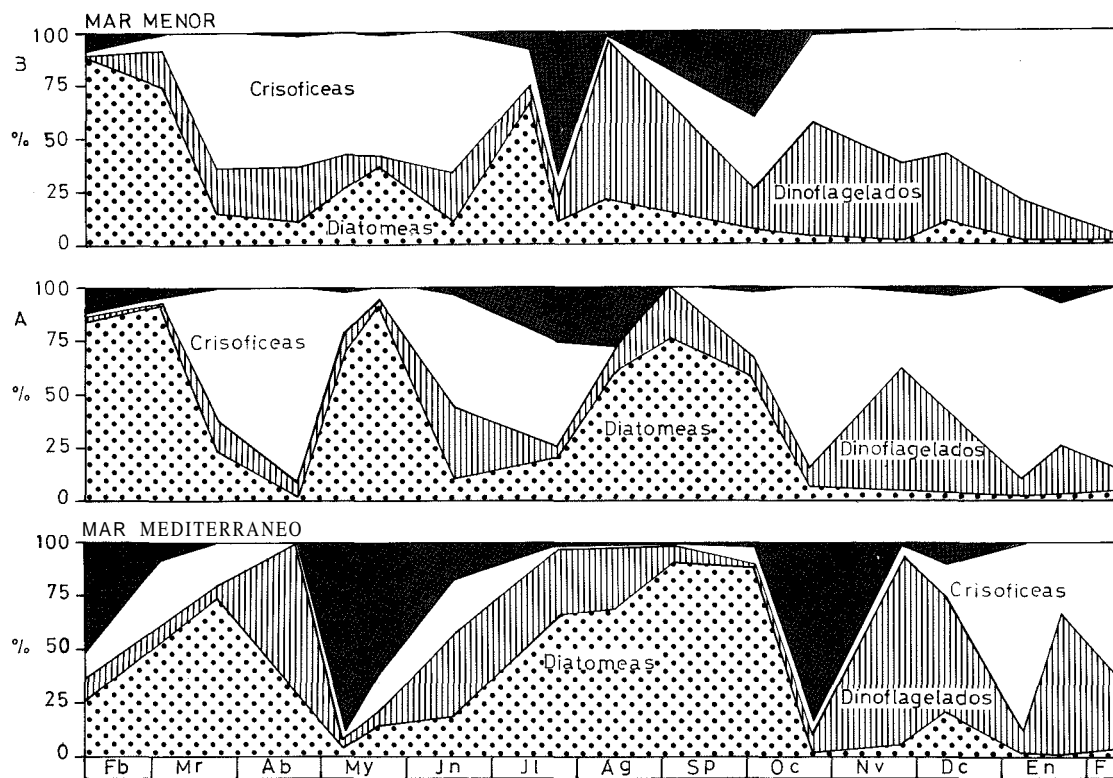


Figura 4 - Variación estacional de la contribución relativa de los principales grupos algales (% del número de individuos) a la composición del fitoplancton en los tres puntos de muestreo.  
Seasonal variation of the relative contribution of the main algal groups (% of number of individuals) to the phytoplankton composition at the three sampling stations

macrofitos, muy reducidos en esta época invernal, siendo precisamente uno de los dominantes *Caulerpa prolifera*, característica de climas cálidos.

Se han identificado un total de 440 especies diferentes en los tres puntos de muestreo, 307 en el Mar Menor y 287 en el punto del litoral, de las que la mayoría pertenecen a las diatomeas (162 especies diferentes en el Mar Menor y 144 en el punto del litoral) y a las dinoflageladas (121 especies en el Mar Menor y 126 en el punto del litoral). En las tablas 1 y 2 se registran las especies que se encontraron en más del 1% de las muestras del Mar Menor y de las del Mediterráneo respectivamente, especificándose para cada una de ellas: (1) el porcentaje de muestras en las que estaba presente, (2) el tanto por mil, en número de individuos, que representa la especie en el total estimado de organismos del fitoplancton y (3) la densi-

dad máxima que se registró, así como el mes de dicho máximo. La comparación de las dos tablas pone de manifiesto que las dinoflageladas más frecuentes en el punto situado en el mar abierto, también lo son, en general, en el Mar Menor y que, por el contrario, las diatomeas coinciden mucho menos.

### c) Sucesión fitoplanctónica.

En la figura 4 se representa la contribución de los principales grupos de algas en el fitoplancton a lo largo del año. Las figuras 5, 6 y 7 muestran la variación estacional de una selección de las especies más representativas. El punto B se destaca como el más diferenciado del mar abierto y además muestra una estructura, en cuanto a las comunidades fitoplanctónicas, más diversa y estable, con una sucesión anual mucho más característica, que los otros puntos sometidos a fluc-

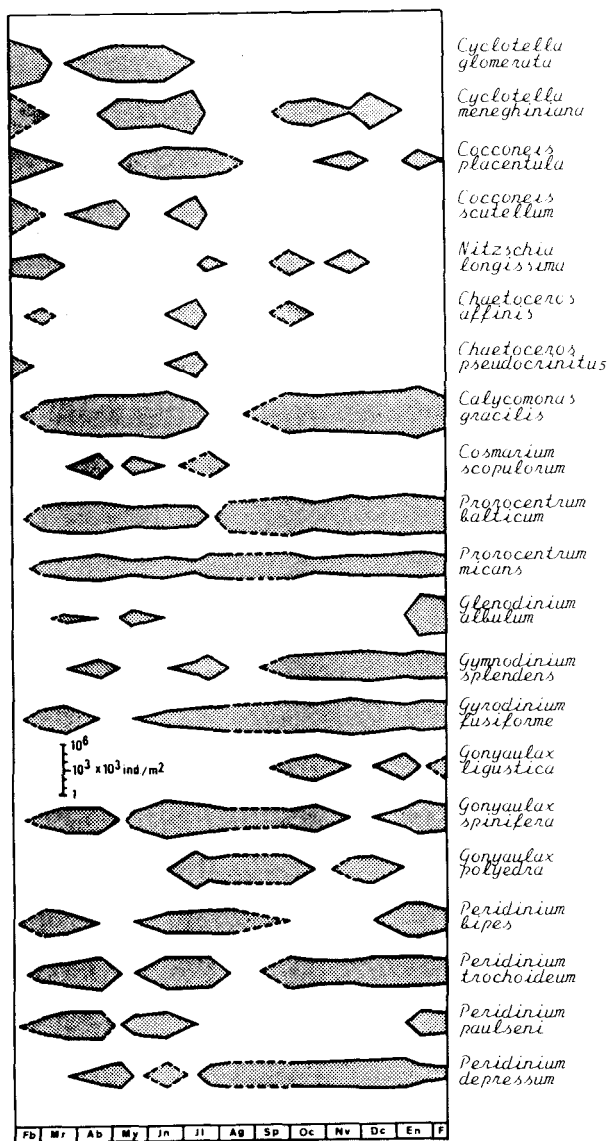


Figura 5.- Estación A

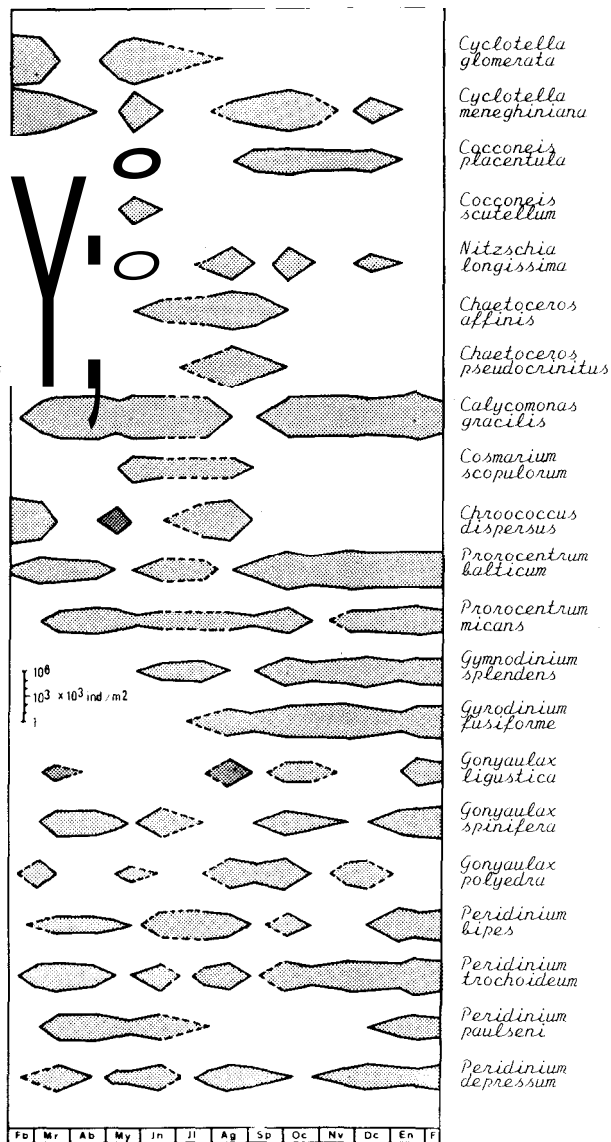


Figura 6.- Estación B

Figuras 5, 6 y 7 - Variación estacional de las especies más frecuentes del fitoplancton en los puntos de muestreo A, B y C respectivamente  
 Seasonal variation of the most frequent species of the phytoplankton at the sampling stations A, B and C respectively

tuciones más amplias, en los que parece que se inician una serie de sucesiones cortas.

En el Mediterráneo (estación C) la sucesión de primavera se inicia con un importante máximo de pequeños flagelados del género *Platymonas* (con densidades del orden de 70 cél/ml) a principios de mayo, que da paso a un crecimiento, no muy marcado,

de diatomeas pequeñas de los géneros *Cyclotella* y *Achnanthes* (Fig. 7), a finales de este mes, seguido en junio-julio por un aumento de cocolitos (con un máximo de 70 cél/ml) y dinoflageladas, entre éstas presentaban las densidades más elevadas. *Peridinium inconspicuum* (Fig. 7) y *Glenodinium paululum* (con máximos del orden de 20 a 30 cél/ml) Aparece en



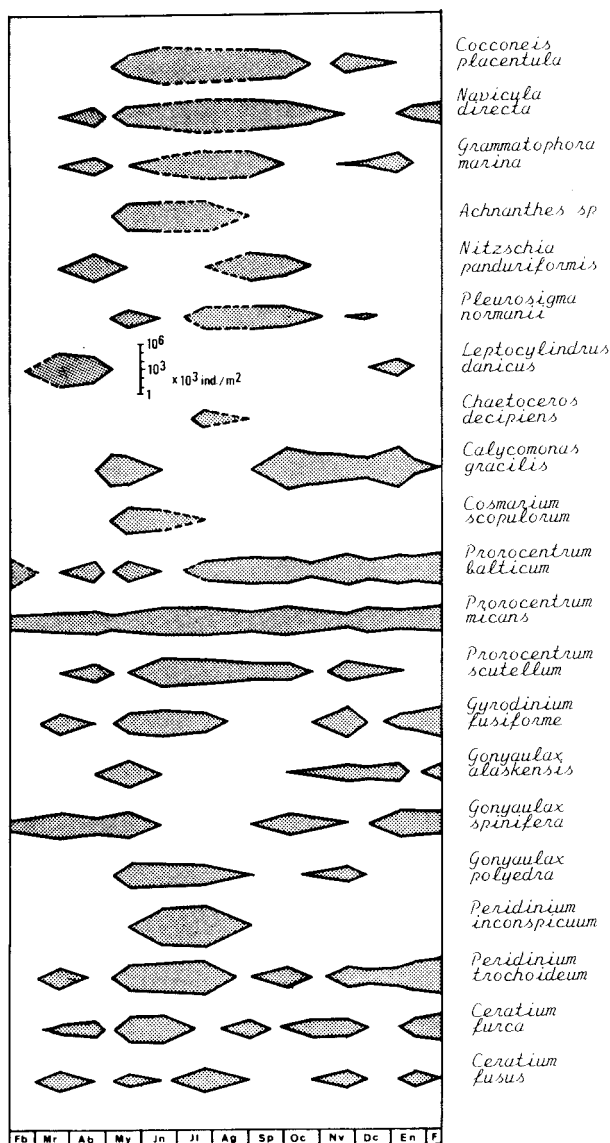


Figura 7.- Estación C.

esta época también *Noctiluca scintillans* con un máximo de 6 cél/ml.

A mediados de verano, se observa un crecimiento secundario fitoplanctónico, en profundidad, debido fundamentalmente a diatomeas pennadas de los géneros *Amphora*, *Navicula* y *Nitzschia* de características más bentónicas. Estas diatomeas son las que

dominarán en el escaso plancton de finales de verano, junto con algunas más plantónicas como *Chaetoceros decipiens* (Fig. 7).

En octubre se inicia una nueva sucesión con un crecimiento debido primero a diatomeas, *Cyclotella* y *Diploneis boldtiani*, que da paso a un bloom de la cianofícea *Aphanotece* a final de este mes, que va seguido de una notable disminución del plancton, con un mínimo más acusado que el de finales de verano, debido probablemente a un hundimiento de las aguas. Predominan durante este mínimo otoñal las dinoflageladas, en especial *Prorocentrum balticum*, *P. micans*, *Gyrodinium fusiforme* y *Ceratium furca*. Posteriormente en enero hay un reducido incremento de la densidad fitoplanctónica debido fundamentalmente a crisofíceas, primero a *Calycomonas* (Fig. 7) y más tarde a *Ochromonas*, aumentando ligeramente también las densidades de dinoflageladas, principalmente a finales de este mes y principios del siguiente. El periodo invernal del año anterior no se corresponde exactamente con éste, si bien ambos presentan una densidad fitoplanctónica muy baja. En febrero de 1980, las algas más abundantes fueron *Chaetoceros affinis* y *Chroococcus dispersus*, siendo sustituida su predominancia, en el mes siguiente, por la de las diatomeas *Bacteriastrium delicatulum* y *Leptocylindrus danicus*.

En el Mar Menor, la sucesión de primavera empieza con un máximo de diatomeas de pequeño tamaño, debido principalmente a varias especies de *Cyclotella* (Fig. 6), siendo dicho máximo más marcado en el punto A (en donde en mayo, *C. glomerata* y *C. meneghiniana* presentaban, en superficie, densidades de unos 170 y 300 ind/ml, respectivamente). Sigue, en junio, una marcada disminución de estas especies, concomitante con un aumento de dinoflageladas, debido principalmente a *Gonyaulax spinifera* (con un máximo de 5 ind/ml., Fig. 6) y, en menor proporción, a *Ceratium furca* y *Peridinium paulseni*. En el punto B, se mantiene muy abundante, durante todo este periodo, *Calycomonas gracilis* (Fig. 5) que, desde finales de marzo hasta finales de junio, domina el plancton en este punto. Sin embargo, en el punto A, estas crisofíceas son abundantes sólo en abril y principios de verano, dominando en mayo notablemente las diatomeas citadas.

A mediados de verano, se produce una segunda proliferación de diatomeas del género *Cyclotella*, mucho más importante esta vez en el punto B, que va seguida de un aumento de cianofíceas principalmente *Croococcus dispersus* (con densidades máximas en julio del

orden de 160 cél/ml en el punto B y 20 en el A). En el punto B tiene lugar simultáneamente un máximo de *Platymonas* y cocolitos (siendo las densidades máximas estimadas, en julio, de estos organismos de 13 y 19 cél/ml, respectivamente). Todo ello termina, en este punto B, dando paso a un total predominio de las dinoflageladas a finales de verano, en el momento del mínimo de densidad fitoplanctónica; siendo las más importantes: *Peridinium inconspicuum*, *P. willei*, *Gonyaulax polyedra* y *Glenodinium paululum*. Por el contrario, en el punto A predominan las diatomeas durante el mínimo estival, igual que en el punto C, del litoral Mediterráneo. Especies de diatomeas del género *Chaetoceros* (Fig. 6) fueron las de mayor abundancia, en el punto A, en este periodo de finales de verano, principalmente *C. pseudocrinitus* y *C. affinis* (con densidades máximas en agosto a 3 m de 20 y 6 cél/ml respectivamente).

En el Mar Menor se da también un máximo secundario de la densidad fitoplanctónica en octubre que, seguido de una breve y poco acusada disminución, da paso a un importante máximo invernal. El máximo de octubre fue debido: (1) a un nuevo incremento de diatomeas, más patente en el punto A, principalmente de *Cyclotella meneghiniana* (con un máximo del orden de 100 cél/ml, a 1 m, en el punto A) y, en menor proporción, de varias especies de *Nitzschia* (Fig. 6); en el punto B, tiene lugar además una pulsación, en superficie, de *Croococcus dispersus* que desaparece enseguida del plancton, y (2) a un importante crecimiento de *Calycomonas gracilis* (con densidades parecidas en los puntos A y B y en todo el perfil vertical del orden de 30 cél/ml., Fig. 5) que dominará el plancton, con pulsos alternativos, junto con *Ochromonas*, hasta el final del periodo de estudio (los máximos de *Calycomonas* tuvieron lugar en octubre y finales de enero y los de *Ochromonas*, a principios de enero y en febrero).

Las diatomeas fueron muy poco abundantes después de su breve crecimiento a principios de octubre. Sin embargo, las dinoflageladas, que siempre se habían mantenido con números bajos, presentan, desde mediados de otoño hasta el final del periodo de estudio, las densidades de población más elevadas de todo el año. Especies más o menos permanentes, como *Prorocentrum balticum* y *P. micans*, presentan sus máximos de octubre a febrero (Figs. 5 y 6). En esta época, se encuentran también bastantes grupos de especies congénicas, las cuales presentan máximos alternativos o sucesivos, como una adaptación del grupo entero a las

diversas condiciones; son ejemplos: *Gonyaulax ligustica*, *G. polyedra* y *G. spinifera* o *Peridinium depressum*, *P. trochoideum* y *P. paulseni*. (Fig. 5 y 6).

En el Mar Menor, el fitoplancton del invierno de 1980 no fue tampoco igual que el que se acaba de describir correspondiente a 1981; ya que en el año 1980 estuvo dominado por especies de diatomeas pequeñas, sobre todo *Cyclotella glomerata* y *C. meneghiniana* (Figs. 5 y 6).

## CONSIDERACIONES GENERALES

El Mar Menor muestra unas características bastante diferenciadas del litoral mediterráneo adyacente, así como una notable heterogeneidad entre los dos puntos estudiados en su interior. Se nutre del agua del Mediterráneo, pero desarrolla unas poblaciones propias y diferentes de las de este mar sobre todo las correspondientes a las primeras etapas sucesionales, dominando claramente en el Mar Menor diatomeas del género *Cyclotella*, pequeñas volvocales y crisofíceas, que son responsables de unos máximos de densidad fitoplanctónica durante el invierno, que no se dan en el mar abierto adyacente (Fig. 3).

El punto de muestreo escogido en el mar abierto estaba situado muy cerca de la barra y del canal de comunicación del Estacio, de manera que mostraba importantes influencias del litoral y también del mar Menor, con una flora planctónica característicamente costera (Tabla 2). En este punto del Mediterráneo se observaron dos máximos fitoplanctónicos en mayo y octubre (Fig. 3), los meses en que predominaban los vientos de dirección SSW, favorables al afloramiento de aguas profundas. Entonces se iniciaba una sucesión cuyos rasgos generales coinciden con los descritos en otros puntos de nuestro litoral mediterráneo (Margalef *et al.* 1957, Margalef 1969, 1974) pero cuyas etapas iniciales, si bien constituidas por pequeñas flageladas y diatomeas de reducido tamaño, eran crecimientos de especies más bien típicas de aguas litorales y zonas húmedas costeras. La sucesión se desarrolla rápidamente con un aumento subsiguiente de dinoflageladas, que va seguido en verano por un máximo secundario de diatomeas más o menos bénticas, favorecido por aportes de aguas en contacto con el sustrato, quizás provenientes del Mar Menor. En otoño y probablemente debido a un hundimiento de las aguas, por el cambio de los vientos, se produce un mínimo muy

marcado, permaneciendo la densidad fitoplanctónica muy baja durante el invierno.

El régimen de vientos y circulación de las aguas probablemente es responsable de la heterogeneidad espacial del plancton indicada. Por ejemplo el punto B, más alejado de la comunicación con el mar y más estable, presenta un desfase respecto del punto A y la sucesión primaveral se alarga y resulta más completa

Tabla III. Variación cuantitativa, en individuos/ml, durante la sucesión primaveral, de diferentes agrupaciones de especies de fitoplancton que muestran la heterogeneidad del mismo en los diferentes puntos de muestreo. Se destacan los valores máximos en cada punto. Se incluye además un índice que representa el número de individuos del fitoplancton que hay por cada uno de dinoflagelada, destacándose el valor mínimo.

Quantitative variation, in individual ml, of the various successional groups of phytoplankton species. Their maxima for each sampling station have been emphasized to show their different occurrence. An index relating total phytoplankton to dinoflagellates is also included, indicating the minimum values.

Meses del año		My	Jn	Jl	Ag	Sp
Cyclotella sp pl	B	31	26	84	2	—
	A	609	3	5	18	6
	C	5	14	8	—	1
Crisofíceas + Platymonas sp pl	B	54	243	14	1	—
	A	429	0	47	0	0
	C	—	0	1	—	1
Chaetoceros sp pl + diatomeas pennadas grandes.	B	3	1	13	8	—
	A	17	1	8	85	3
	C	11	15	35	—	5
INDICE Total fitoplancton/ dinoflageladas	B	22	12	12	1	—
	A	83	3	20	11	6
	C	16	3	2	—	12

En efecto se desprende de la Tabla III y también de la Fig. 4 que: (1) en el punto B el crecimiento característico, presentado en los otros puntos en primavera, de pequeñas flageladas y diatomeas del género *Cyclotella* dura más teniendo su máximo dos meses después, (2) posteriormente el crecimiento de diatomeas de inayor tamaño como especies de *Chaetoceros* y diatomeas pennadas se retrasa y tiene menor importancia que en los otros puntos y (3) se da una completa dominancia de dinoflageladas a finales de verano que no se produce en los otros puntos.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos hacer constar nuestro reconocimiento al Dr. Argeo Rodríguez de León, director del Instituto Oceanográfico del Mar Menor, por las facilidades prestadas. Igualmente queremos agradecer a Marta Estrada su ayuda en la identificación de algunas especies.

## BIBLIOGRAFIA

- Aravio-Torre, J. y Arevalo, A. 1971. La salinidad del Mar Menor, sus variaciones. Algunas consideraciones sobre el intercambio de aguas con el Mar Mediterráneo. *Rev. Inst. Esp. Oceanografía* 146: 1-20.
- Cleve-Euler, A. 1951-1955. Die diatomeen von Schweden und Finnland. *Kungl Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. Band II T 1, 2, 3, 4 y 5.*
- Cupp, E.E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. *Bull. Scripps Instn Oceanogr* 5 (1): 1-238.
- Desikachary, T.V. 1959. Cyanophyta. *Indian Council of Agricultural Research. Nueva Delhi.*
- González Guerrero, P. 1952. El epifitismo fitoecológico en el Mar Menor. *An. Inst. Bot. Cavanilles*, 11: 143-151.
- Hasle, G.R. 1965. *Nitzschia* and *Fragilariopsis* species studied in the light and electron microscopes. II The group *Pseudonitzschia*. *Skr. Norske Vidensk.-Akad. I. Mat.-Nat. Kl. N.S. No. 18: 1-77.*
- Hustedt, F. 1930, 1959, 1961-1966. *Die Kieselalgen in RABENHORST'S Kryptogamen flora. Akad. Verlag Leipzig Band VII T 1, 2 y 3.*
- Kofoed, Ch. and Swezy, O. 1971. The free-living unarmored dinoflagellata. *Univ. of California Press.*
- Margalef, R. *et al.* 1957. Fitoplancton de las costas de Castellón de enero de 1955 a junio de 1956. *Inv. Pesq.* 7: 3-31.
- Margalef, R. *et al.* 1969. Composición específica del fitoplancton de la costa catalano-levantina (Mediterráneo occidental) en 1962-1967. *Inv. Pesq.* 33: 345-380.
- Margalef, R. 1974. *Ecología Omega. Barcelona.*
- Moreno Rodríguez, F. 1975. Estudio de un ciclo anual del plancton en el Mar Menor. *CRIS Rev. de la Mar* 140: 12-17.
- Moreno Rodríguez, F. 1976. Observaciones sobre *Striatella unipunctata* (Lyngbye) Agardh. Diatomea típica del fitoplancton del Mar Menor. *Inm. y Ciencia* 4: 75-78.
- Rampi, L. and Bernhard, H. 1978. Key for the determination of Mediterranean pelagic diatoms. *Comitato Nazionale Energia Nucleare RT/BIO.*
- Rampi, L. and Bernhard, M. 1980. Chiave per la determinazione delle peridinee pelagiche mediterranee. *Comitato Nazionale Energia Nucleare RT/BIO* (80) 8.
- Schiller, J. 1933, 1937. *Dinoflagellatae (Peridineae) en RABENHORST'S Kryptogamen flora. Von Deutschland, Osterreich und der Schweiz Akad. Verlag Leipzig T 1 y 2.*