

FITOPLANKTON Y NUTRIENTES EN EL C.N. DE EL CAMPELLO (ALICANTE)

C. Gomis*, M.J. Sanz*, J. Alcober* & J. Martínez**

* Dpto de Biología Vegetal. Fac. de Ciencias Biológicas. Univ. de Valencia.

** Dpto de Química Analítica. Fac. de Ciencias Químicas. Univ. de Valencia.

Palabras clave: Marine phytoplankton, marine coastal, nutrients

ABSTRACT

PHYTOPLANKTON AND NUTRIENTS IN THE HARBOUR OF EL CAMPELLO

The phytoplanktonic sequence during an annual cycle in 1985-86, in the Yacht Club of the coast of El Campello (Alicante), was studied. Phytoplankton growth increases during the spring period and probably causes a depletion in nutrients that results in a marked summer decrease in the phytoplanktonic population. Phosphates seem to play a decisive role as a limiting element during the whole year; it can be observed that the population reaches its maximum when phosphates do, with a short and expected delay. The relatively high values of diversity (3-3,5 bits) in these waters tend to confirm their rather low trophic level.

INTRODUCCIÓN

Las especies fitoplanctónicas contenidas en una masa de agua están sometidas a cambios continuos en el tiempo, estos cambios progresivos en su composición específica se deben a los efectos diferenciales de los factores físicos, químicos y biológicos en las especies individuales (Hallegraeff et al., 1986). Con mucha frecuencia los estudios sobre las poblaciones fitoplanctónicas comprueban la posible relación, en cada caso, entre los cambios de factores ambientales y las poblaciones biológicas que se desarrollan. Este tipo de estudios sobre el fitoplancton en las costas mediterráneas españolas se ha centrado sobre todo

en el litoral de las provincias de Barcelona y Castellón. El objetivo del presente estudio es aportar información al respecto para un puerto de la costa alicantina, el correspondiente a la localidad de El Campello.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

Nuestro punto de muestreo, C.N. de El Campello, está situado en las costas de la provincia de Alicante a 500 m en dirección norte de la población que le da nombre. Sus coordenadas son 38°

25,51 'latitud norte y 00° 23,2' longitud oeste. Se trata de un puerto deportivo constituido por un malecón de defensa, fundamentalmente concebido para los 'Levantes' y por un malecón de cierre que deja una amplia bocana (Figura 1). Ambos malecoses son 'permeables', puesto que no están cementados. Además en la base del malecón de defensa existe un canal, creándose una corriente de renovación bastante eficaz y rápida.

Las muestras se han tomado en los extremos del primer pantalán por hallarse, más o menos, en el centro geométrico del puerto. La profundidad máxima no supera jamás los 3,5 m, es por ello una zona que se ve fácilmente afectada por los cambios bruscos de temperatura y el movimiento de embarcaciones.

En estas costas predominan los vientos del noroeste (21,5 %) seguidos por los del sureste (19%) y del este (18,2%). A lo largo del año se establece una clara alternancia entre el noroeste y el sureste. De octubre a marzo el predominio corresponde a los vientos del cuarto cuadrante. Por el contrario, de abril a septiembre la supremacía corresponde a los del segundo. Por lo cual durante la primavera y el verano el máximo protagonismo corresponde a vientos marinos, mientras que en otoño es un tiempo de transición en el que los terrales se equilibran con los marinos, alcanzando en invierno los terrales mayor relevancia (Sanjaume, 1985).

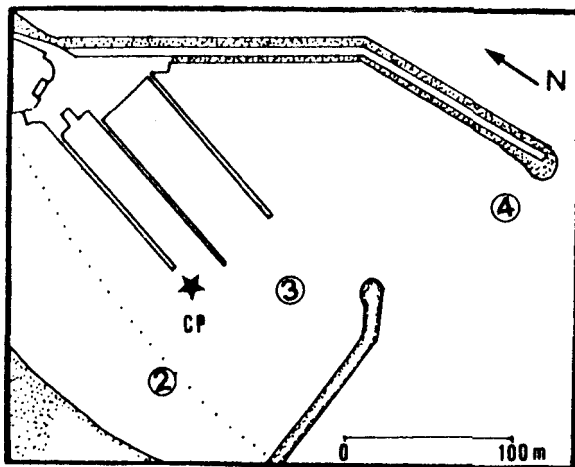


Figura 1.- Situación del punto de muestreo.
Situation of sampling station.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han realizado una serie de muestreos quincenales, de abril de 1986 a febrero de 1987 en el C.N. de El Campello, utilizando una botella hidrográfica Van Dom de 5 l. Las muestras se recolectaron siempre a una profundidad que no superó en ningún caso los 50 cm (subsuperficiales). Se medían 'in situ' los siguientes parámetros: temperatura (°C), oxígeno disuelto (con un oxímetro de campo WTW Oxi -91 en mg /l), presión (mb), transparencia (utilizando un disco de Secchi estándar), datos sobre el estado de la mar y nubosidad. Inmediatamente a la extracción de la botella se subdividía el contenido en dos fracciones. Una primera, de aproximadamente 1 l se destinaba a los análisis químicos, determinándose las concentraciones en $\mu\text{gr-at/l}$ de nitritos (según el método de Shinn), nitratos (previa reducción a nitritos) y fosfatos siguiendo el método de Murphy & Riley (Stricklan & Parson, 1965). La segunda fracción se fijaba 'in situ' con formol al 4% saturado de hexametilentetramino según aconseja Sournia (1978), para proceder con posterioridad a la realización de recuentos utilizando un microscopio invertido Olympus IM. Las fotografías que se muestran en este trabajo se realizaron en el servicio de Microscopía Electrónica de la Universidad de Valencia. Los recuentos se realizaron según Uthermohl (Sournia, 1978), sedimentando por término medio unos 200 ml de muestra cada vez. Se contaban al menos 100 individuos de la especie más frecuente (Margalef, 1982). Hemos considerado como individuos a cada célula, salvo en el caso de Cianoficeas en el que contábamos filamentos o colonias.

Para la identificación de los taxones citados en este trabajo se siguen los criterios de Schiller (1933-37), Husted (1930-66), Cupp (1943), Cleve-Euler (1951-55), Kofoid (1921), Germain (1981) y Trégouboff (1940). La diversidad se ha calculado utilizando el índice de Shannon-Weaver.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Temperatura, oxígeno, nutrientes y crecimiento fitoplanctónico

Como se puede observar en la Figura 2 existe una clara simetría, con un máximo de temperatura en Agosto (26.8°C) y un mínimo en Febrero (12.0°C) que se corresponden con un mínimo (5.0 mgr/l) y un máximo relativo (8.6 mgr/l) de oxígeno disuelto (el máximo absoluto se produce en el mes de Enero, con 9.4 mgr/l).

Los valores extremos de las temperaturas vienen a equipararse a los valores dados por otros autores, en nuestro caso encontramos un máximo estival en Agosto y un mínimo invernal en Febrero, con una oscilación de 14.8°C. Bastante próximos a los dados por Herrera & Margalef (1957) para muestras subsuperficiales en el Puerto de Castellón (25.9°C en Agosto y 12.7°C para finales de Enero). Si comparamos estas temperaturas con las obtenidas por Kim (1979) para Marsella, se observa que los máximos en esta localidad son algo más bajos, 23.6°C. En todo caso se debe considerar que el punto considerado, además de estar a latitudes más bajas, se encuentra en un re-

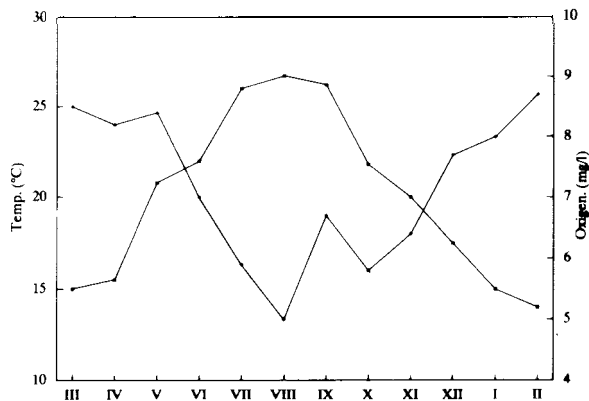


Figura 2.- Valores de temperatura (°C) y oxígeno disuelto (mgr/l).
Temperature values (°C) and dissolved oxygen (mgr/l).

cinto en cierta manera protegido y que propicia la obtención de valores más altos.

El máximo crecimiento fitoplanctónico (Fig. 3) se da en Primavera, para después caer en Verano. La mezcla en la columna de agua en primavera con la consiguiente renovación de nutrientes y el incremento de luz, se traduce en un aumento de la población, este aumento culmina con el agotamiento de los nutrientes en el medio y la población decrece aunque la temperatura siga aumentando. Es entonces cuando se observa un brusco descenso del oxígeno disuelto, debido al aumento de la temperatura y a la disminución de la tasa de fotosíntesis.

Las concentraciones de nitratos oscilan entre 3.36 $\mu\text{gr-at/l}$ y 0.508 $\mu\text{gr-at/l}$, los nitritos aparecen de forma puntual en Diciembre (1.57 $\mu\text{gr-at/l}$) y las concentraciones de fosfatos oscilan entre 0.06 y 2.73 $\mu\text{gr-at/l}$ (Fig. 4).

Se pueden observar dos máximos en la concentración de nitratos, el primero no coincide con elevadas densidades fitoplanctónicas, quizás por que en este caso se puede considerar como limitante la baja concentración de fósforo (0.5 $\mu\text{gr-at/l}$ de fosfatos). Muñoz & San Feliu (1972) señalan el fósforo como posible factor limitante de la producción de las Costas de Castellón, Berland et al. (1973) demostraron que los factores limitantes pueden ser clasificados, para las aguas de la Rada de Villefranche-sur-Mer (aguas oligotróficas), de la siguiente forma: fósforo, mezcla de hierro y sustancias a complejantes, y nitrógeno. En el segundo máximo si se observa una coincidencia, existe un aumento de temperatura, aumentan nitratos y fosfatos traduciéndose en una explosión de la densidad fitoplanctónica que alcanza un máximo que puede considerarse absoluto. El desfase de la densidad de la población se debe probablemente a un tiempo de respuesta por parte de esta.

El buen tiempo supone un aumento del tráfico de embarcaciones, lo que en una zona de tan poca profundidad ocasiona una mezcla de la columna de agua removiendo el sedimento del fondo, fenómeno que se suma a la mezcla provocada por el aumento de temperatura en esta época. Estos hechos se ven reflejados en grandes oscilaciones de la transparencia en el período veraniego. La

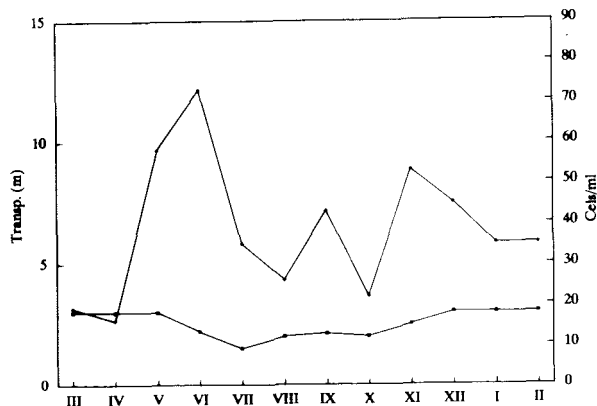


Figura 3.- Valores de transparencia (m) y densidad fitoplanctónica (cel/ml).
Values of transparency (m) and fitoplanktonic density (cel/ml).

concentración de nitritos es casi inapreciable y sólo restringida a los meses de Verano, lo que puede ser debido al aumento de la presión antrópica en las zonas costeras en estos meses que ocasiona un aumento de los vertidos de residuos al mar.

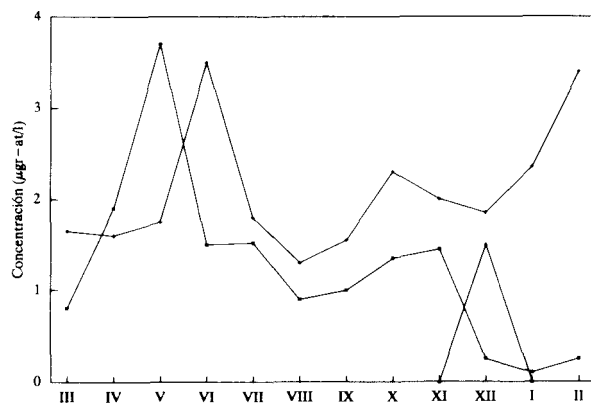


Figura 4.- Valores de los parámetros químicos medidos en µgr-at/l (nitratos, nitritos y fosfatos).
Values of measured chemical parameters in µgr-at/l (nitrates, nitrites and phosphates).

Diversidad y distribución temporal

En la Figura 5 se ha representado la distribución temporal de densidad de población de aquellas especies que suponen el 50 % de la población total. Es de destacar la presencia de ciertas especies del género *Chaetoceros* que pueden llegar a ser dominantes ocasionalmente (normalmente en invierno), y constituir durante breves períodos el grueso de la población (14.0×10^7 cels/ m^2). es interesante reseñar la existencia de especies que mantienen una presencia numérica, más o menos, constante en el tiempo, tal es el caso de *Licmophora abbreviata*, *Cocconeis disculus* o *Nitzschia longissima* f. *genuina*; la primera de todas es una diatomea epilítica o epifítica, con una fase claramente planctónica, estas especies raramente superan los 60.0×10^7 cels/ m^2 , pero suponen un valor numérico muy superior (a lo largo del año) al de las especies de *Chaetoceros*, pues su presencia no es ocasional, sino constante. *Lepfocylindrus danicus*, si bien es bastante constante en el tiempo, presenta un claro "bloom" primaveral, durante el cual alcanza valores similares a los *Chaetoceros* en Invierno. *Amphora coffaeiformis* y *Scrippsiella trochoidea* con un comportamiento similar al de *L. abbreviata* o *C. disculus*, presentan más definidos sus máximos primaverales (75.0 y 90.0×10^7 cels/ m^2). Se puede observar cierta tendencia a la alternancia de los gruesos de las densidades en las distintas especies, no coincidiendo en prácticamente ningún muestreo los máximos de más de dos especies simultáneamente.

La máxima diversidad (3.53 bits) la encontramos en el inicio de la Primavera (principios de Marzo), cuando las temperaturas son todavía invemales. A medida que avanza la Primavera se produce un descenso de la diversidad que culmina con el mínimo de 1.9 bits en Junio. Sufre durante los meses de Verano un aumento progresivo, manteniéndose durante los meses de Octubre y Noviembre. Margalef (1968, 1982) considera que los valores de diversidad en las costas oscilan entre 1 y 2.5 bits, y entre 3.5 y 4.5 bits en las zonas oceánicas, también sostiene que ésta es más baja en ecosistemas eutróficos, aumentando cuando éstos son oligotróficos. Ello viene a confirmar en cierto modo lo que se sospechaba; se trata en este

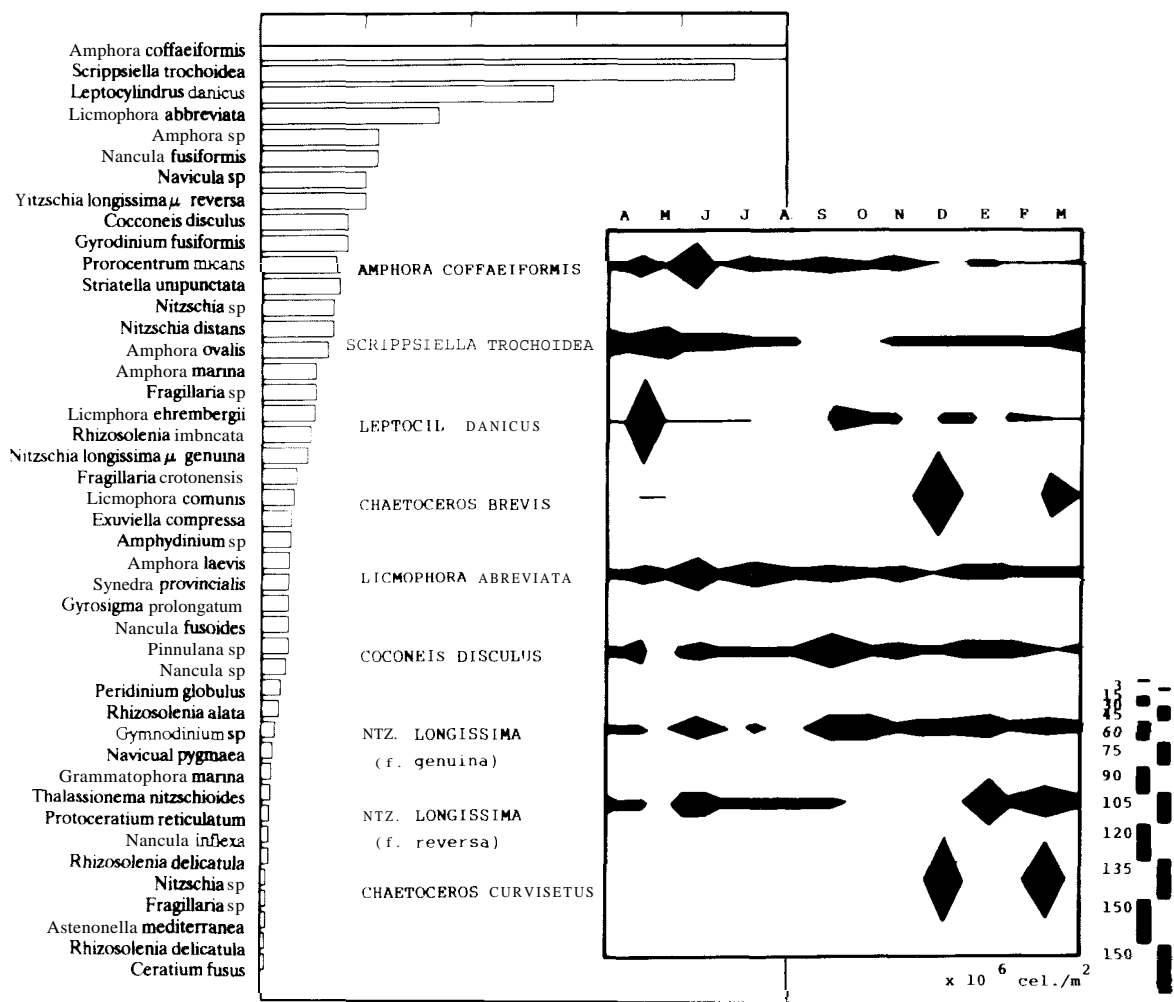


Figura 3.-Media anual de la concentración celular (% cel/ml) de las especies más abundantes y variación estacional de las especies más frecuentes en la estación de muestreo.
Annual mean of cellular concentration (% cel/ml) of species more abundant and seasonal variation of the most frequent species at the sampling station.

caso de aguas relativamente pobres en nutrientes, lo que viene reflejado en diversidades más altas de las que cabría esperar para aguas neríticas.

Los máximos poblacionales coinciden con los mínimos de diversidad (74 cels/ml y 1.9 bits de diversidad en la primera quincena de Junio), los crecimientos demográficos se deben normalmente a la proliferación excesiva de pocas espe-

cies y no al aumento de especies en el medio. En este caso, son las diatomea *Amphora coffaeiformis* y el dinoflagelado *Scrippsiella frochoidea* las dos especies fundamentalmente responsables del máximo ocurrido en Junio.

En la Figura 6 se muestran algunas especies encontradas en el puerto de El Campello.

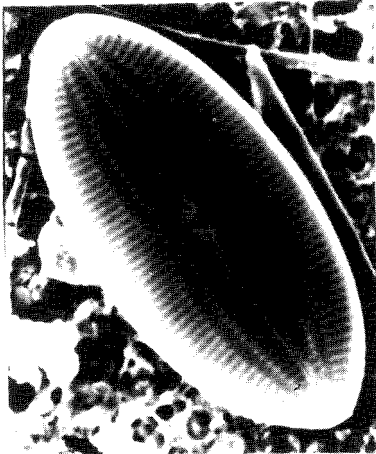


Foto 1

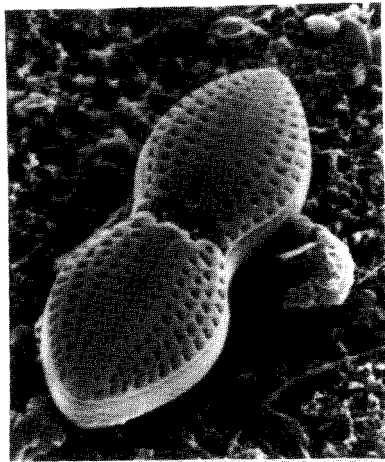


Foto 2

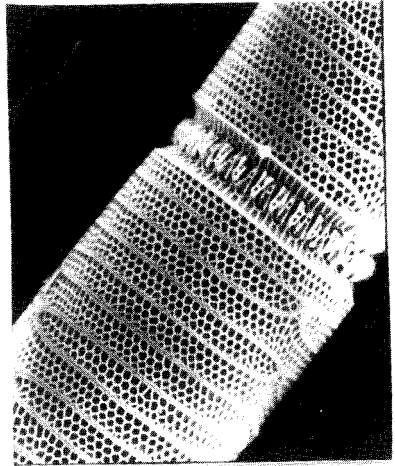


Foto 3

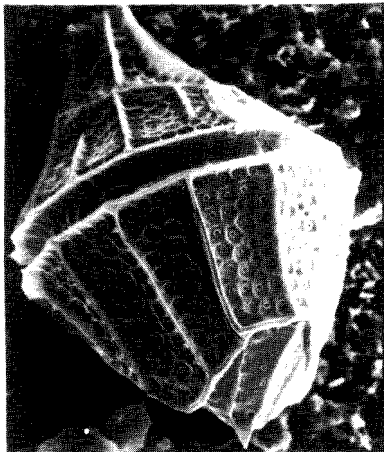


Foto 4

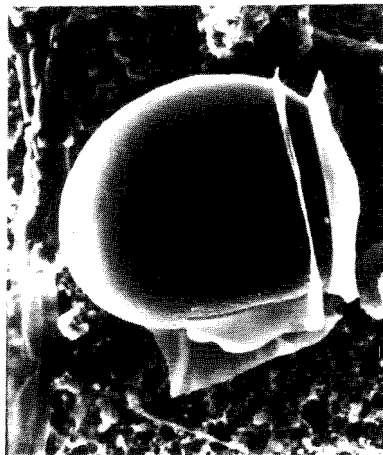


Foto 5

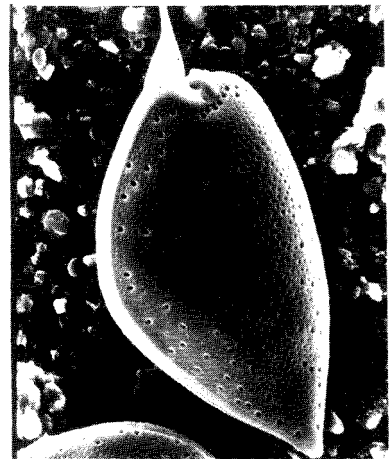


Foto 6

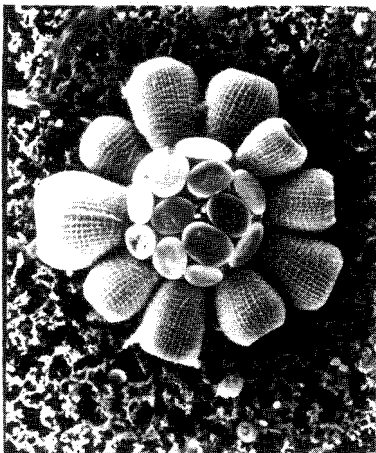


Foto 7

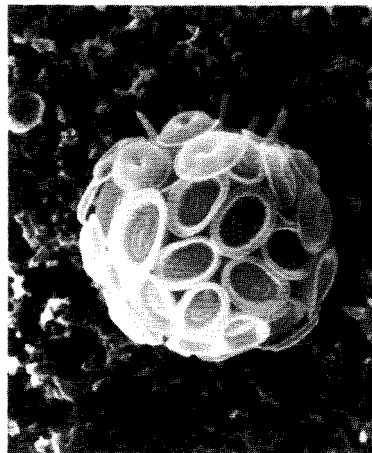


Foto 8

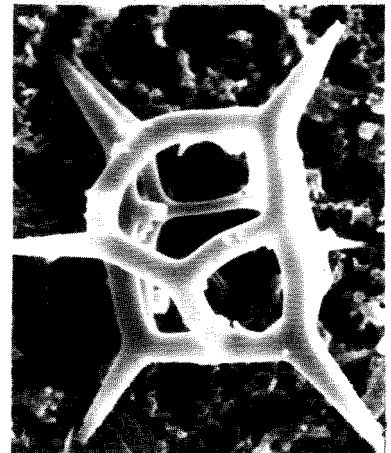


Foto 9

BIBLIOGRAFÍA

- BERLAND, B.R. et al. (1973). Etude de la fertilité des eaux marines au moyen de tests biologiques effectués avec des cultures d'algues. *Int. Revue Gesamten Hydrobiol.*, 58: 473-500.
- BOURRELY, P. 1968, 1970, 1972. Les algues d'eau douce. 3 vols, Paris. Ed. N. BOUBÉE & CIE.
- CLEVE-EULER, A. 1951-55. Die diatomeen von Schweden und Finnland. *Kungl Svenska Vetenskademins Handlingar. BAnd II T.1,2,3,4,5*.
- CUPP, E.E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. *Bull. Scripps. Ins. Oceanogr.*, 5: 1-128.
- GERMAIN, H. 1981. Flore des Diatomées. Paris. BOUBÉE & CIE.
- HALLEGRAEFF, G.M. & Reid, D.D. 1986. Phytoplankton species successions and their hydrological environment at a coastal station of Sydney. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 37: 361-377.
- HERRERA, J. & Margalef, R. 1957. Hidrografía y fitoplancton de las costas de Castellón, de Juliode 1956 a Juniode 1957. *Inv. Pesq.*, 10: 17-44.
- HUGHES, R.G. 1986. Theories and models of species abundance. *The American Naturalist*, 128(6): 879-899.
- KIM, K.-T. 1979. Contribution a l'écosystème pélagique dans les pearges de Carry-le-Rouet. *Tethys*, 9(2): 149-165.
- KOFOID, Ch. & Swezy, O. 1971. The free living unarmored dinoflagellata. Univ. of California Press.
- MARGALEF, R. 1951. Diversidad de especies en las comunidades naturales. *Publ. Inst. Biol. Apl.* 9: 5-27.
- 1985. Western Mediterranean. Oxford Ed. Pergamon Press.
- MUÑOZ, F. & SAN FELIU, J.M. 1972. Hidrografía y fitoplancton de las costas de Castellón de Juliode 1968 a Juniode 1969. *Inv. Pesq.*, 36: 365-392.
- SANJAUME, E. 1985. Las costas valencianas. Morfología y sedimentología. Valencia.
- SOURNIA, A. (ed.) 1978. *Phytoplankton Manual*. Scors UNESCO.
- STRICKLAND, J.D.H. & Parsons, T.R. 1965. A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Can.*, 167: 1-310.
- TRÉGOUBOFF, G. & Rose, M. 1957. *Manuel de Planctologie Méditerranéenne*. Tome I. Paris. Centre National de la Recherche Scientifique.

(Pág. anterior)

Figura 6.- Algunas especies observadas al M.E.B.:

Electron micrographs (S.E.M.) of some phytoplanktonic species from El Cainpello harbour.

- Foto 1: *Navicula pygmaea* Kutz. Aparece, generalmente durante los meses estivales. Suele presentar valores de abundancia mínimos. Área central en forma de "H".
- Foto 2: *Diploneis* sp. Ehren. Especie de morfología similar a *D. interrupta*, de acuerdo con las descripciones de H. Germain (1981), pero de tamaño menor. Ocasional en el puerto y más o menos constante mar afuera.
- Foto 3: *Schroederella delicatula* (Peragallo) Pavillard. Detalle de la colonia de esta delicada céntrica, no muy frecuente.
- Foto 4: *Gonyaulax polygramma* Stein. Típico ejemplo de Dinoflagelado de pared gruesa formada por placas. Para algunos, esta especie, en determinadas circunstancias, tiene comportamiento tóxico.
- Foto 5: *Dinophysis parvula* (Schüt) Balech. Especie de pequeño tamaño no muy frecuente.
- Foto 6: *Prorocentrum micans* Ehrenberg. De muy amplia distribución por nuestras costas. Lo hemos encontrado muy asiduo en aguas eutróficas.
- Foto 7: *Scyphosphaera apsteinii* Lohmann. Bastante rara, es difícil encontrar ejemplares en buenas condiciones.
- Foto 8: *Syracosphaera pulchra* Lohmann. Bastante corriente, localizada a todos los niveles de profundidad. Perenne.
- Foto 9: *Dictyocha fibula* Ehrenberg. Esqueleto doble de este silicoflagelado, posiblemente tras una división vegetativa. Común durante todo el año.