

FLUCTUACIÓN ESTACIONAL DE LAS POBLACIONES FITOPLANCTÓNICAS DEL ESTANY DE CULLERA (VALENCIA)

C. Rojo & M. R. Miracle *

SUMMARY

Seasonal fluctuation of the **phytoplanktonic** populations in Cullera lagoon (Valencia, **Spain**)

The seasonal fluctuations and the vertical distribution of the phytoplanktonic populations of the Estany of Cullera has been studied. The Estany of Cullera is a stratified coastal lagoon due to a marine water wedge underneath the flowing fresh water. The higher phytoplanktonic densities were found in winter and spring, in conditions of vertical mixing; being 86×10^9 ind/m² the maximum density detected. In these seasons the diatoms were dominant; the most abundant species were *Stephanodiscus subsalsus*, *Cyclotella meneghiniana* & *Cyclotella atomus*. In these periods marine species can also be found such as *Skeletonema costatum*. Diatom dominance is switched by the dominance of green algae in summer, being the density then around 8×10^9 ind/m². In autumn, a remarkable minimum is produced due to an important water flux, reducing the phytoplanktonic density to 0.5×10^9 ind/m². Most species are not found below the level of the chemocline where there is a growth of photosynthetic bacteria. However, the existence of a few species of euglenoids, cyanobacteria and small flagellates has been detected in these bottom water layers; they must have interesting adaptations to be able to live in the anoxic conditions of these waters.

RESUMEN

Se han estudiado las fluctuaciones estacionales y la distribución vertical de las poblaciones fitoplanctónicas del Estany de Cullera, laguna litoral estratificada debido a la introgresión de una cuña de agua marina en las capas del fondo. Ello da origen a una quemoclina, por debajo de la cual no hay oxígeno.

En invierno y primavera, en condiciones de mezcla vertical, el fitoplancton presenta las densidades más elevadas. El máximo detectado fue del orden de 86×10^9 ind/m² a finales de Febrero. En dichas estaciones del año dominan las diatomeas, en especial *Stephanodiscus subsalsus*, *Cyclotella meneghiniana* y *Cyclotella atomus*, pudiéndose encontrar especies de distribución marina como *Skeletonema costatum*. Esta dominancia de diatomeas se cambió por la de clorofíceas a mediados de verano, la densidad es entonces 8×10^9 ind/m². En otoño se produce un mínimo,

(*) Dto. de Ecología. Facultad de Biología. Burjasot (Valencia).

reduciéndose la densidad a $0,5 \times 10^9$ ind/m², debido a un flujo muy importante de agua. La mayoría de las especies no se han encontrado por debajo de la quemoclina, en la que hay un crecimiento de bacterias fotosintéticas. Sin embargo, si se ha detectado la existencia de poblaciones de unas pocas especies de euglenales, cianofíceas y pequeños flagelados en estas aguas del fondo, que deben presentar interesantes adaptaciones a las condiciones anóxicas.

INTRODUCCION

El Estany de Cullera es una laguna litoral, perpendicular a la costa, de 3,5 Km de largo por 0,4 Km de ancho, procedente de una antigua bahía cerrada por una barra de arena. En la época del estudio, durante los años 1980-1981, presentaba una cuña de agua marina en profundidad, que apenas se mezclaba con el agua dulce de superficie que fluía hacia el mar. Esto produce una estratificación muy marcada de los parámetros fisicoquímicos, así como de las poblaciones fitoplanctónicas. Estas condiciones originan una quemoclina, definida como una interfase oxígeno-sulfhídrico, donde se desarrolla una importante población de bacterias fotosintéticas del azufre (MIRACLE 1981, MIRACLE y VICENTE 1984). La profundidad de la quemoclina varía según la época del año, dependiendo del flujo de agua hacia el mar, presentando la laguna una estratificación más marcada en verano que en invierno.

El objeto de este trabajo es, en primer lugar, dar a conocer la flora planctónica de

esta laguna sobre la que apenas existe bibliografía (PARDO 1945, TOMÁS 1983). En segundo lugar, poner de manifiesto los rasgos más importantes de su ecología, concretamente la distribución vertical de los diferentes grupos de algas y la respuesta de las comunidades fitoplanctónicas a las amplias fluctuaciones ambientales que tienen lugar en esta laguna, así como su sucesión anual.

MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se basa en cinco muestreos representativos de distintas épocas del año (19-8-1980, 28-11-1980, 27-2-1981, 30-6-1981, 3-5-1981) en el punto de profundidad máxima, unos 7m, situado aproximadamente en el centro de la laguna (Fig. 1).

Las muestras de fitoplancton se tomaron con una bomba peristáltica, a diferentes profundidades del perfil vertical según fuera la situación de la quemoclina y se fijaron «in situ» con lugol.

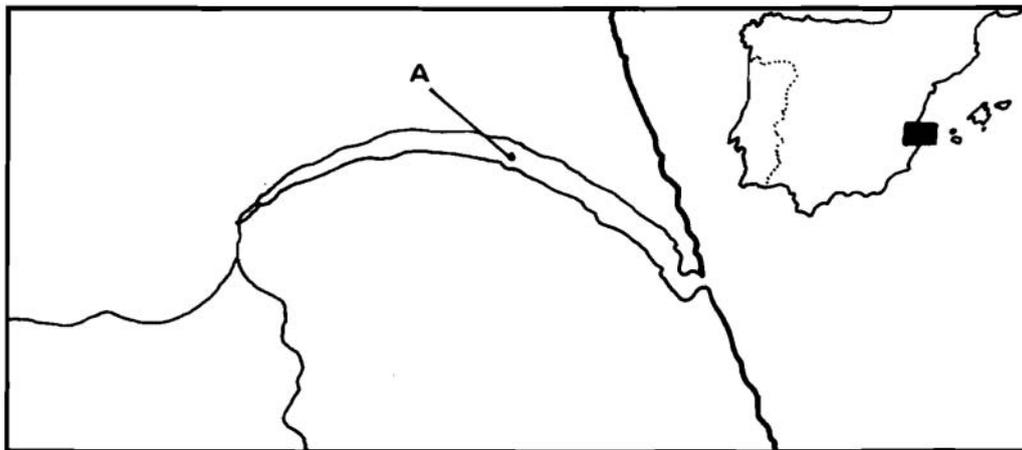


FIG. 1: El Estany Gran de Cullera UTM: 30SYJ387351, es una laguna litoral estratificada con una cuña de agua del mar en el fondo. A.-Punto de muestreo.

El recuento se realizó tras 48 hora de sedimentación en cubetas de fondo móvil, de 50ml, observando con un microscopio invertido Olympus a 1000 x un transecto de la cubeta equivalente a unos 200 campos; luego se revisaba el fondo entero de la cubeta a 400 x para buscar alguna especie menos frecuente. En la lista de especies que presenta este trabajo no se incluyen los pequeños flagelados de difícil observación con este método (MARGALEF 1973, ESTRADA 1978).

Con los recuentos por mililitro en las distintas profundidades se ha hecho una integración aproximada para tener una estima de los individuos por una columna de agua de la superficie hasta el fondo (7m) de 1 m² de sección, para poder expresar entonces los resultados como individuos/m².

Hemos considerado individuos a cada célula, salvo en el caso de las cianofíceas en que se contaron filamentos o colonias.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se han identificado en el fitoplancton del Estany de Cullera, 16 especies de Cyanobactena, 18 de Chlorophyta, 5 de Cryptophyta, 2 de Dinoflagellata, 3 de Chrysophyta, 62 de Bacillanophyta y 5 de Euglenophyta, cuya abundancia media (ind/ml) y el porcentaje de muestras en que ocurren (% Oc) se registran en la Tabla I.

TABLA I

Relación de las especies de fitoplancton en el Estany de Cullera (Valencia) con indicación de su ocurrencia (% Oc) y abundancia media (ind/ml).

BACILLARIOPHYTA	% Oc	ind/ml
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	60	165.9
<i>C. kützingiana</i>	20	24.8
<i>C. atomus</i>	20	6049.2
<i>C. glomerata</i>	3	31.8
<i>C. meduanae</i>	3	6.3
<i>C. ocellata</i>	3	8.2
<i>Cocconeis placentula</i>	30	11.0
<i>Licmophora sp.</i>	3	3.2
<i>Cymbella ventricosa</i>	20	8.3
<i>Amphora veneta</i>	10	3.4
<i>A. pediculus</i>	10	8.7
<i>Eunotia tenella</i>	3	7.3
<i>Gomphonema angustatum</i>	30	26.4
<i>Rhoicosphenia curvata</i>	10	6.0
<i>Rh. marina</i>	3	5.3
<i>Diatoma vulgare</i>	7	5.2
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i>	3	6.0
<i>Melosira varians</i>	7	6.1
<i>Achnanthes sp.</i>	3	6.9
<i>Pinnularia finlandica</i>	3	20.7
<i>Surirella ovata</i>	7	9.3
<i>Synedra ulna</i>	20	33.4
<i>Stephanodiscus subsalsus</i>	20	6343.1
<i>Skeletonema costatum</i>	10	1634.4
<i>Navicula accomoda</i>	3	8.4
<i>N. viridula rostellata</i>	40	10.2
<i>N. cryptocephala veneta</i>	30	21.1
<i>N. cryptocephala exilis</i>	3	13.7
<i>N. cryptocephala lancetula</i>	3	13.5
<i>N. lanceolata</i>	10	12.6
<i>N. gracilis</i>	10	11.1
<i>N. fnticosum</i>	7	40.6
<i>N. halophila</i>	10	37.7
<i>N. goppertiana</i>	3	6.9
<i>N. pygmaea</i>	10	5.9
<i>N. ammophila intermedia</i>	3	5.3
<i>N. rhynchocephala</i>	3	4.0
<i>N. anglica</i>	3	4.0
<i>N. cancellata</i>	3	8.9
<i>N. insociabilis</i>	30	8.5
<i>N. mutica</i>	3	3.3
<i>N. phyllepta</i>	3	2.4
<i>N. radiosa</i>	3	6.3
<i>Nitzschia amphibia</i>	3	5.6
<i>Nt. delicatissima</i>	10	13.6
<i>Nt. palea</i>	50	81.3
<i>Nt. communis</i>	10	5.9
<i>Nt. romana</i>	3	3.3
<i>Nt. littoralis</i>	3	3.3
<i>Nt. sigma</i>	10	6.3
<i>Nt. fnticosa</i>	20	58.4
<i>Nt. hantzschiana</i>	10	4.0
<i>Nt. pusilla</i>	20	65.8
<i>Nt. longissima</i>	10	14.2
<i>Nt. stagnomm</i>	10	8.3
<i>Nt. ignorata</i>	20	8.9
<i>Nt. gracilis</i>	10	71.9
<i>Nt. obtusa</i>	3	4.4
<i>Nt. clausii</i>	3	13.8
<i>Nt. minutula</i>	3	6.5

	% Oc	ind/ml		% Oc	ind/ml
<i>Nt. paleacea</i>	10	105.0	CHRYSTOPHYCEAE		
<i>Nt. dissipata</i>	40	13.8	<i>Ochromonas sp.</i>	10	102.4
			<i>Calycomonas sp.</i>	10	26.1
			<i>Calycomonas sp.</i>	10	25.5
CYANOPHYCEAE			EUGLENOPHYCEAE		
<i>Lyngbya perelegans</i>	10	8.2	<i>Euglena sp</i>	3	35.4
<i>L. aestuarii</i>	3	3.3	<i>Trachelomonas planctonica</i>	3	4.0
<i>L. limnetica</i>	20	5.8	<i>Strombomonas verrucosa</i>	3	10.1
<i>L. borgerti</i>	3	5.3	<i>Astasia inflata</i>	10	17.5
<i>L. bipunctata</i>	10	16.1	<i>Notosolemus obliquus</i>	3	115.0
<i>Phormidium fragile</i>	10	10.8			
<i>Ph. angustissimum</i>	3	5.5			
<i>Oscillatoria amphigranulata</i>	10	3.2			
<i>Spirulina labyrinthiformis</i>	3	3.2			
<i>Anabaena sp.</i>	3	3.4			
<i>Nostoc moscorum</i>	3	3.3			
<i>Gloeocapsa sp.</i>	10	5.2			
<i>Tetrapedia gothica</i>	3	20.0			
<i>Microcystis flos-aquae</i>	20	68.3			
<i>M. firma</i>	10	23.6			
<i>Merismopedia Trolleri</i>	3	372.5			
CHLOROPHYCEAE					
<i>Scenedesmus ecornis</i>	3	5.5			
<i>Sc. quadricauda</i>	20	12.1			
<i>Sc. acutus</i>	10	57.6			
<i>Sc. acuminatus</i>	10	99.9			
<i>Sc. spinosus</i>	3	13.8			
<i>Sc. ovalternus</i>	3	6.9			
<i>Sc. granulatus</i>	3	66.8			
<i>Monoraphidium convolutum</i>	10	32.5			
<i>M. minutum</i>	20	258.3			
<i>M. contortum</i>	10	7.5			
<i>M. tortile</i>	3	6.9			
<i>Ankistrodesmus sp.</i>	10	10.3			
<i>Chlorella sp.</i>	20	3165.5			
<i>Closterium acutum</i>	3	5.3			
<i>Crucigenia sp.</i>	3	2.0			
<i>Borodinella sp.</i>	3	9.6			
<i>Chlamydomonas Yyengari</i>	3	103.5			
<i>Sphaerolopsis gloeocystiformis</i>	3	965.7			
CRYPTOPHYCEAE					
<i>Cryptomonas lucens</i>	10	30.4			
<i>Cr. erosa</i>	10	195.7			
<i>Cr. phaseolus</i>	10	5.6			
<i>Cryptomonas sp.</i>	20	782.0			
<i>Chroomonas acuta</i>	10	40.0			
DINOPHYCEAE					
<i>Gymnodinium sp.</i>	3	11.7			
<i>Amphidinium turicense</i>	3	58.5			

En la Fig. 2 se representa la variación en el tiempo del número total de individuos del fitoplancton por m²; este número se hace proporcional al área de un círculo dividido en sectores, que indican la contribución de los diferentes grupos de algas que lo componen. Se muestra claramente el gran máximo que ocurrió a finales de Febrero, del orden de 86.10 ind/m² (12300 indíml), con densidades de población altas también en primavera, del orden de 80×10⁹ ind/m² en Mayo (11000 ind/ml). La gran población fitoplanctónica de primavera fue seguida de una disminución muy notable, probablemente por agotamiento de los nutrientes, manteniéndose en valores más o menos bajos durante el verano, del orden de 8×10⁹ ind/m² (1000 ind/ml). El mínimo se dió en Noviembre, cuando la densidad fue de unos 0.5×10⁹ ind/m² (70 indíml), debido a un mayor flujo de agua hacia el mar, determinado por el clima del lugar y el cultivo del arroz. El período de invierno, en el que la estratificación es menos marcada, permite un importante desarrollo de la población fitoplanctónica debido al afloramiento de nutrientes en las aguas superficiales.

Durante el invierno y primavera, el grupo de algas dominante es el de las diatomeas, que constituyen porcentajes superiores al 80% del total de individuos del fitoplancton. El número de individuos/m² de algunas especies, seleccionadas por su mayor ocurrencia, se representan en la Fig. 4. En invierno hay un importante máximo de *Stephanodiscus subsalsus* que alcanza densidades de 75×10⁹ ind/m² en Febrero, simultaneado con un máximo de *Cyclotella meneghiniana* de 1×10⁹ ind/m² y *Skele-*

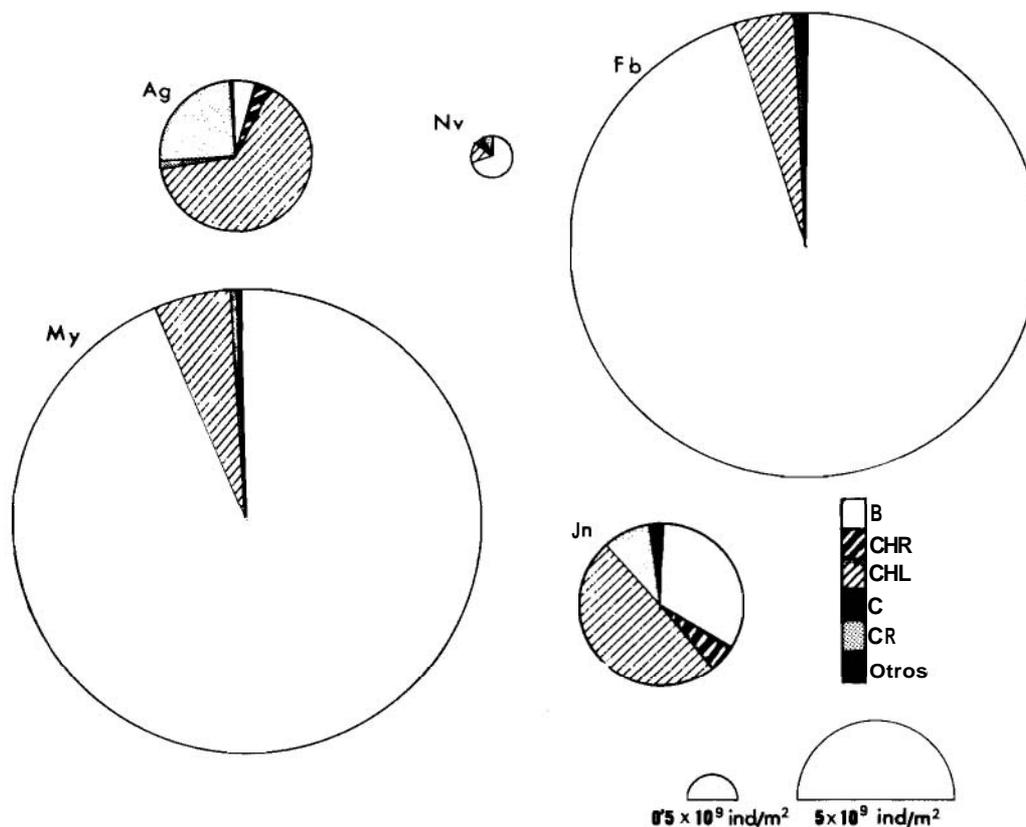


FIG. 2: Varación estacional de la composición del fitoplancton del Estany de Cullera, con relación a los principales grupos de algas. Ag.: 19 Agosto 1980, Nv: 28 Noviembre 1980, Fb: 27 Febrero 1981, My: 3 Mayo 1981, Jn: 30 Junio 1981. B: Bacillariophyta, CHR: Chrysophyta, CHL: Chlorophyta. C: Cyanophyta. CR: Cryptophyta, Otros: Euglenophyta y Dinoflagellata.

tonema costatum del orden de 4×10^9 ind/m², en el mismo mes. La presencia de *Stephanodiscus subsalsus* y sobre todo de *Skeletonema costatum* indica la mezcla de las aguas, ya que son algas que requieren salinidades altas, pues son de distribución marina.

En primavera se produce una explosión algal debida destacadamente a *Cyclotella atomus* que presentó en Mayo 69×10^9 ind/m². La abundancia de esta especie no se ha representado en la Fig. 4, ya que es muy poco frecuente encontrándose sólo en esta época y en verano en superficie en reducido número. Las otras diatomeas que siguieron en abundancia en aquel mes de

Mayo fueron *Cyclotella meneghiniana* y *Nitzschia palea* cuyo número de individuos casi alcanzaba 1×10^9 ind/m² (Fig. 4).

En estas épocas, que son las de mayor agitación del agua y mezcla vertical, la diversidad fitoplanctónica es baja, reduciéndose a unas pocas especies dominantes de diatomeas y de clorofíceas de pequeño tamaño. Entre estas últimas la más abundante era una especie del género *Chlorella*. Los demás grupos de algas estaban poco representados y además, tanto en invierno como en primavera, no se observaron especies de crisofíceas, ni de cnpofíceas (Fig. 2-3).

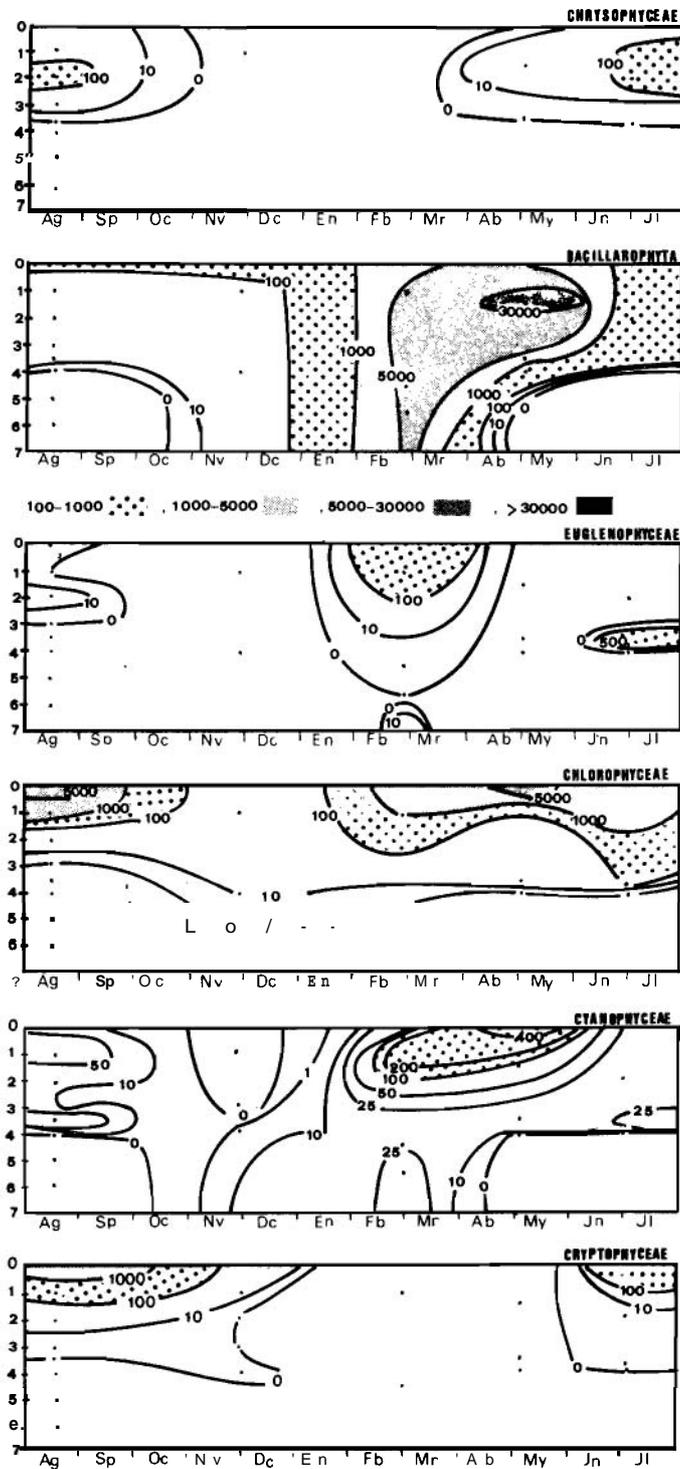


FIG. 3: Distribución de la población (ind/ml) de los principales grupos de algas del fitoplancton en función del tiempo (meses del año) y de la profundidad (m).

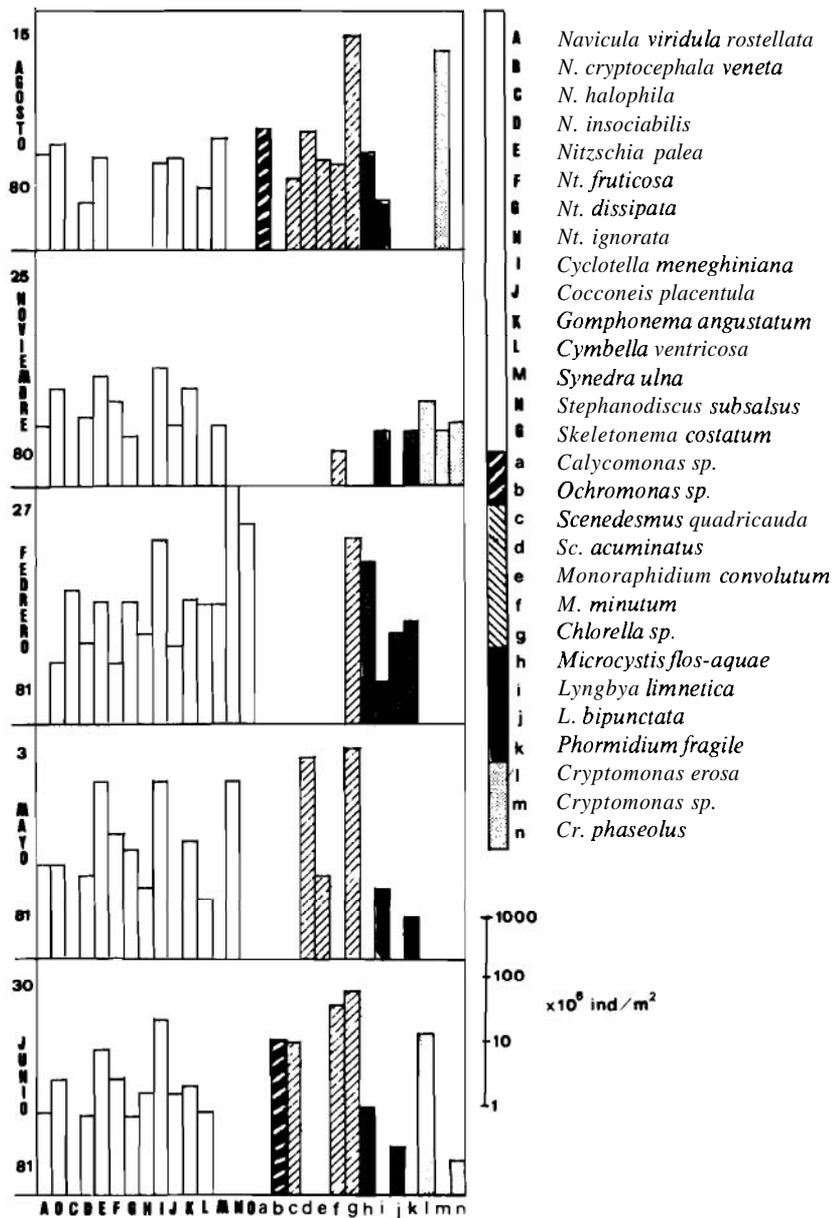


FIG. 4: Variación estacional de la densidad de población en ind/m² de las especies de mayor ocurrencia (% Oc.) del fitoplancton del Estany Gran de Cullera. Los diferentes tipos de tramas en los histogramas son indicativos de los diversos grupos de algas y su representación es la misma que en la Fig. 2.

En verano, la diversidad es mucho mayor. La dominancia anterior de las diatomeas ha sido sustituida por una predominancia de las clorofíceas, en especial de *Chlorella sp.* A mediados de verano las diatomeas están muy poco representadas (no sobrepasando el 5% del total de individuos) y otros grupos además del de las clorofíceas (que representan el 65%) adquieren importancia, en especial el de las criptofíceas (cuya representación es del 26%).

En otoño y por las causas anteriormente indicadas, el número de especies presentes se reduce mucho, así como su abundancia, empezando a apreciarse una mayor proporción de diatomeas que representan el 72% del total de individuos.

La variación según la época del año y la profundidad (Fig. 3) nos muestra que las algas planctónicas se encuentran en la capa de agua superior a la quemoclina, variando su perfil vertical por encima de ésta, según otros factores (luz, etc.). Sin embargo, se han encontrado poblaciones de euglenales (*Astasia inflata*) y cianofíceas (*Phormidium fragile*, *Lyngbya limnetica*) a más de 4 m. de profundidad, por debajo de la quemoclina, que posiblemente puedan vivir en estas condiciones tan especiales de aguas anóxicas y potenciales y oxidorreducción bajos. La presencia de algunas euglenales y cianofíceas en aguas anóxicas ha sido detectada en otros lagos (COHEN et al. 1977, VICENTE & MIRACLE, 1984). La existencia de algunas diatomeas en las muestras procedentes de capas de agua por debajo de la quemoclina puede deberse a la sedimentación del plánton superficial y a la agitación que tiene lugar en algunas épocas.

CONSIDERACIONES FINALES

El Estany de Cullera presenta unas características especiales debido a la mezcla de aguas marinas y dulces. Así se observa la presencia de *Skeletonema costatum* y algunas otras especies de distribución prin-

cipalmente marina, en los períodos de mezcla vertical de las aguas. Durante los períodos de estratificación, la capa profunda de agua marina constituye una zona anóxica cuyas condiciones no son adecuadas para la vida de la mayoría de las especies del fitoplancton, encontrándose sólo formas de algunas especies de cianofíceas, euglenales y pequeñas flageladas que tienen que presentar características adaptativas muy interesantes.

El Estany de Cullera constituye un ambiente muy fluctuante que presenta importantes variaciones en el tiempo, tanto de la densidad fitoplanctónica como de la composición específica de sus comunidades, en las que dominan principalmente las diatomeas y las clorofíceas.

BIBLIOGRAFIA

- COHEN, W. E. KRUMBEIN and M. SHILO (1977). Solar Lake (Sinai). 3. Bacterial distribution and production. *Limnol. Oceanogr.* 22 (4):621-634.
- ESTRADA, M. (1980). Composición taxonómica del fitoplancton en una zona próxima a la desembocadura del río Besós (Barcelona), de Octubre de 1978 a Marzo de 1979. *Inv. Pesq.* 44(2):276-277.
- MARGALEF, R. (1973). Fitoplancton marino de la región de afloramiento del NW de Africa. II Composición y distribución del fitoplancton (campana «Sahara II» del «Cornide de Saavedra»). *Res. Exp. Cient. B/O Cornide.* 2:65-72.
- MIRACLE, M. R. (1981). Análisis ecológico del estado actual de degradación de los ecosistemas de agua dulce y salobre del Mediterráneo español. En *Coloquio Hispano-Francés sobre Espacios Litorales. Publicaciones Agrarias.* Madrid. 1:219-220.
- MIRACLE, M. R. y VICENTE, E. (1984). Phytoplankton and photosynthetic sulphur bacterial production in the meromictic coastal lagoon of Cullera (Valencia) Spain. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*
- PARDO, L. (1945). Introducción a la limnología española. :207-229.
- TOMAS, X. (1982). El género *Mastogloia* en los sistemas acuáticos del litoral mediterráneo español. *Coll. Bot.* 13(2):929-944.
- VICENTE, E. y MIRACLE, M. R. (1984). Distribution of photosynthetic organisms in a temporal stratified karstic pond near Cuenca, Spain. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 21:1704-1710.