

## SUCESION ESTACIONAL DEL FITOPLANCTON DE LA ALBUFERA DE VALENCIA

M.<sup>a</sup> Pilar García", Eduardo Vicente" & M.<sup>a</sup> Rosa Miracle""

### ABSTRACT

Phytoplankton **seasonal succession** in the Albufera of Valencia (Spain)

A seasonal study of the phytoplanktonic communities in the Albufera of Valencia, an hypertrophic coastal lagoon, has been undertaken at the point of its maximum depth (3 m) along the vertical profile. The extreme eutrophy of the Albufera produces notoriously high phytoplanktonic densities; a summer maximum of  $5,57 \times 10^{12}$  individuals/m<sup>2</sup> has been registered. The minimum density, five times lower ( $1,16 \times 10^{12}$  ind/m<sup>2</sup>), occurs in winter. Cyanobacteria constitute the dominant phytoplanktonic group, reaching relative abundances above 96% in august, due mainly to species of the genera Lyngbya and Oscillatoria. The dominance of cyanobacteria is constant during the whole annual cycle constituting more than the 77% of the total phytoplankton, with the only exception of the month of april, in which a relative minimum of 41% was registered. Consequently, in this month, other algal groups reach their maximum representation, mainly chlorophyceae (35%), diatoms (16%) and cryptophyceae (4,2%). It is interesting to note the presence of Anabaenopsis circularis, a species of tropical distribution, whose growth in the Albufera has only recently been observed. All these results show that an important and recent change on the specific composition of the Albufera phytoplankton has occurred, due to its extreme eutrophication process.

### RESUMEN

La hipertrofia extrema de la Albufera de Valencia produce densidades fitoplanctónicas extraordinariamente elevadas, habiendo sido registrado un máximo estival de  $5,57 \times 10^{12}$  ind/m<sup>2</sup>. El mínimo poblacional se produce en invierno con una densidad cinco veces menor ( $1,16 \times 10^{12}$  ind/m<sup>2</sup>). Las cianobacterias constituyen el grupo fitoplanctónico dominante, alcanzando densidades relativas superiores al 96% en agosto, debidas principalmente a especies de los géneros Lyngbya y Oscillatoria. La dominancia de las cianobacterias es constante durante el resto del ciclo anual con valores superiores al 77%, excepto en el mes de abril en el que se registra un mínimo relativo del 41%. Consecuentemente, en este mes adquieren su máxima importancia

\* Departamento de Microbiología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Valencia,  
\*\* Departamento de Ecología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Valencia.

otros grupos algales, principalmente clorofíceas (35%), diatomeas (16%) y criptofíceas (4.2%). Es interesante constatar la presencia actual de **Anabaenopsis circularis**, especie de distribución tropical cuyo desarrollo en la Albufera sólo se ha observado en fechas recientes. Estos resultados ponen de manifiesto un cambio profundo y reciente en la composición específica del fitoplancton de la Albufera, que es consecuencia de su proceso de eutrofización extrema.

## INTRODUCCION

La Albufera de Valencia, laguna litoral enmarcada entre arrozales y que tuvo antaño una extensión importante (28.000 Ha) reducida en la actualidad a 2,3 Ha. recibe aportes de agua de gran cantidad de acequias procedentes de diferentes cuencas hidrográficas, principalmente del Tuna y del Júcar, así como los vertidos urbanos, agrícolas e industriales de una extensa zona con gran desarrollo demográfico. Esta heterogeneidad hidrológica conlleva una heterogeneidad espacial del fitoplancton ya puesta de manifiesto en un artículo anterior (GARCÍA, MIRACLE y VICENTE, 1984) al tiempo que los vertidos contaminantes conducen a la situación hipertrófica actual de la laguna, con neto dominio en el fitoplancton de las cianobacterias.

La sucesión temporal de las comunidades fitoplanctónicas durante el ciclo anual depende sobre todo del uso de la Albufera como regulador del arrozal, de manera que existen unos periodos con flujo de agua intenso durante la época de cultivo del arroz, desde la primavera hasta el otoño, que tienen una gran influencia en la dinámica de las poblaciones fitoplanctónicas. Este efecto se superpone al ciclo anual climático, produciendo una singular sucesión estacional de las comunidades. El presente trabajo pretende dar a conocer dicha sucesión estacional en la Albufera de Valencia.

## MATERIAL Y METODOS

Como estación de muestreo se ha seleccionado el punto más profundo de la laguna, cuyo nivel oscila a lo largo del año entre los 2,25 m de profundidad mínima y los 3 m de profundidad máxima, en función de la manipulación artificial del nivel del agua relacionada con la utilización de

la laguna como regulador de nivel en el proceso del cultivo del arroz.

Las muestras de agua fueron tomadas los días 7 de agosto y 19 de septiembre de 1980 y 22 de enero, 2 de abril y 12 de mayo de 1981 por bombeo peristáltico al mediodía a lo largo del perfil vertical sondeado de metro en metro. Se recogieron en botellas de vidrio de 125 ml y fueron fijadas inmediatamente con lugol. El recuento de dichas muestras fue efectuado por observación directa de los organismos fitoplanctónicos, tras la sedimentación de una cantidad adecuada de muestra (1 ml) en cámara de sedimentación de Utermohl y trabajando con un microscopio invertido a 1.250 aumentos (VOLLENWEIDER, 1974).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Composición específica del fitoplancton

Se han encontrado e identificado 93 especies algales distintas y una especie bacteriana heterótrofa que por su notoria abundancia en determinadas épocas, su contribución a la biomasa y por ser característica del plancton ha sido incluida en este estudio. Todo ello se relaciona en la tabla 1.

La distribución en grupos taxonómicos del fitoplancton de la Albufera de Valencia durante el periodo en estudio es la siguiente: 32 especies de clorofíceas, 21 de cianobacterias, 21 de diatomeas, 13 de criptofíceas, 5 de euglenales y 1 dinoflagelada. No obstante la superioridad en número de especies de las clorofíceas sobre las cianobacterias, son estas últimas las que dominan prioritariamente y continuamente el plancton, dado que los números de individuos presentados por la mayora de sus especies son, con mucho, superiores a los alcanzados por las clorofitas. Únicamente existe una excepción en la que el dominio de las

TABLA 1.—Relación de las especies del fitoplancton de la Albufera de Valencia con indicaciones de su frecuencia (porcentaje de muestras en las que la especie estaba presente, % Oc) y la máxima densidad de población encontrada (ind/ml), haciendo constar el día de dicho máximo. M.

<i>Especie</i>	<i>Frecuencia</i> (% Oc)	<i>Abundancia máxima</i> (ind ml)	<i>M</i>
<b>CYANOBACTERIA</b>			
<i>Lyngbya limnetica</i> . . . . .	100,0	776.020	7-Ag-1980
<i>Lyngbya limnetica f. minor</i> . . . . .	70,6	643.235	7-Ag-1980
<i>Lyngbya perelegans</i> . . . . .	52,9	670.827	7-Ag-1980
<i>Lyngbya lagerheimii</i> . . . . .	100,0	87.949	12-My-1980
<i>Lyngbya contorta</i> . . . . .	52,9	65.531	19-Sp-1980
<i>Oscillatoria tenuis f. tergestina</i> . . . . .	82,4	129.337	12-My-1981
<i>Oscillatoria pseudogeminata v. unigramulata</i> . . . . .	11,8	2.587	19-Sp-1980
<i>Spirulina albidia</i> . . . . .	23,5	862	7-Ag-1980
<i>Merismopedia tenuissima</i> . . . . .	100,0	198.320	19-Sp-1980
<i>Merismopedia punctata</i> . . . . .	52,9	10.350	19-Sp-1980
<i>Merismopedia marssoni</i> . . . . .	5,9	1.725	19-Sp-1980
<i>Aphanothece nidulans v. endophitica</i> . . . . .	17,6	1.725	12-My-1981
<i>Microcystis firma</i> . . . . .	52,9	13.796	2-Ab-1981
<i>Chroococcus dispersus</i> . . . . .	64,7	10.347	12-My-1981
<i>Chroococcus dispersus v. mitior</i> . . . . .	64,7	15.520	12-My-1981
<i>Chroococcus minutus</i> . . . . .	47,0	12.071	7-Ag-1980
<i>Chroococcus planctonicus</i> . . . . .	23,5	16.383	19-Sp-1980
<i>Chroococcus limneticus v. subsalsus</i> . . . . .	23,5	2.587	19-Sp-1980
<i>Anabaenopsis circularis</i> . . . . .	76,5	12.934	7-Ag-1980
<i>Anabaena sp.</i> . . . . .	29,4	10.347	2-Ab-1981
<i>Nodularia harvevana</i> . . . . .	11,8	1.725	2-Ab-1981
<b>CHLOPHYCEAE</b>			
<i>Scenedesmus acuminatus</i> . . . . .	100,0	22.418	2-Ab-1981
<i>Scenedesmus acuminatus f. tortuosus</i> . . . . .	52,9	7.760	12-My-1981
<i>Scenedesmus acutus</i> . . . . .	17,6	4.311	12-My-1981
<i>Scenedesmus acutus f. tetradesmiformis</i> . . . . .	5,9	1.725	12-My-1981
<i>Scenedesmus quadricauda</i> . . . . .	100,0	16.383	2-Ab-1981
<i>Scenedesmus spinosus</i> . . . . .	29,4	1.725	7-Ag-1980
<i>Scenedesmus ecornis</i> . . . . .	47,1	3.449	19-Sp-1980
<i>Scenedesmus dactilococcopsis</i> . . . . .	11,8	862	2-Ab-1981
<i>Ankistrodesmus gracilis</i> . . . . .	64,7	10.347	2-Ab-1981
<i>Monoraphidium contortum</i> . . . . .	94,1	12.934	2-Ab-1981
<i>Monoraphidium rnutum</i> . . . . .	76,5	10.347	12-My-1981
<i>Monoraphidium tortile</i> . . . . .	47,1	2.587	2-Ab-1981
<i>Monoraphidium setiforme</i> . . . . .	11,8	2.587	22-En-1981
<i>Monoraphidium pusillum</i> . . . . .	11,8	2.587	19-Sp-1980
<i>Schroederia setigera</i> . . . . .	58,8	2.587	7-Ag-1980
<i>Tetrardron minimum</i> . . . . .	82,4	5.174	19-Sp-1980
<i>Tetraedron sp.</i> . . . . .	11,8	862	12-My-1981
<i>Chlorogonium elongatum</i> . . . . .	17,6	862	12-My-1981
<i>Chlorogonium metamorphum</i> . . . . .	23,5	8.622	2-Ab-1981
<i>Chlorogonium fusiforme</i> . . . . .	35,4	8.622	2-Ab-1981
<i>Chlorogonium neglectum</i> . . . . .	11,8	4.311	2-Ab-1981
<i>Actinastrum hantzshii</i> . . . . .	88,2	11.209	2-Ab-1981
<i>Diplostauron sp.</i> . . . . .	17,6	862	22-En-1981
<i>Coelastrum microporum</i> . . . . .	29,4	1.725	12-My-1981
<i>Coelastrum sp.</i> . . . . .	5,9	2.587	22-En-1981
<i>Siderocystopsis fusca</i> . . . . .	82,4	5.173	22-En-1981
<i>Sphaerocystis sp.</i> . . . . .	47,1	5.173	2-Ab-1981
<i>Chlorococcum wimmeri</i> . . . . .	35,3	7.760	22-En-1981

<i>Especie</i>	<i>Frecuencia (% Oc)</i>	<i>Abundancia máxima (ind/ml)</i>	<i>M</i>
<i>Chodatella quadriseta</i> .....	17,6	862	19-Sp-1980
<i>Chlamydomonas</i> sps.....	100,0	53.459	2-Ab-1981
<i>Pediastrum boryanum</i> v. <i>boryanum</i> .....	64,7	2.587	2-Ab-1981
<i>Kirchneriella obesa</i> .....	23,5	2.587	7-Ag-1980
<b>BACILLARIOPHYTA</b>			
<i>Cyclotella meneghiniana</i> .....	82,4	40.526	2-Ab-1981
<i>Cyclotella atomus</i> .....	29,4	1.725	22-En-1981
<i>Cyclotella stelligera</i> .....	11,8	1.725	22-En-1981
<i>Cyclotella glomerata</i> .....	11,8	5.173	2-Ab-1981
<i>Cyclotella ocellata</i> .....	47,1	6.898	12-My-1981
<i>Cyclotella kutzingiana</i> .....	5,9	862	19-Sp-1980
<i>Cyclotella</i> sp.....	17,6	24.143	2-Ab-1981
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> .....	23,5	11.209	2-Ab-1981
<i>Synedra acus</i> .....	17,6	2.587	22-En-1981
<i>Nitzschia palea</i> .....	41,2	1.725	22-En-1981
<i>Nitzschia gracilis</i> .....	64,7	24.143	22-En-1981
<i>Nitzschia paleacea</i> .....	17,6	1.725	19-Sp-1980
<i>Nitzschia longissima</i> .....	5,9	862	19-Sp-1980
<i>Nitzschia acicularis</i> .....	35,3	3.449	22-En-1981
<i>Nitzschia delicatissima</i> .....	11,8	4.311	22-En-1981
<i>Nitzschia</i> sp.....	11,8	6.036	22-En-1981
<i>Navicula</i> sp.....	11,8	862	22-En-1981
<i>Cymbella</i> sp.....	11,8	862	2-Ab-1981
<i>Surirella</i> sp.....	11,8	862	12-My-1981
<i>Licmophora</i> sp.....	5,9	862	22-En-1981
<i>Cocconeis placentula</i> .....	5,9	862	2-Ab-1981
<b>CHRYPTOPHYCEAE</b>			
<i>Chroomonas nordstedtii</i> .....	47,1	18.187	2-Ab-1981
<i>Chroomonas nordstedtii</i> f. <i>minor</i> .....	35,3	10.347	2-Ab-1981
<i>Chroomorzas nordstedtii</i> f. <i>skuja</i> .....	5,9	8.622	19-Sp-1980
<i>Chroomonas caudata</i> .....	11,8	2.587	22-En-1981
<i>Chroomonas coerulea</i> .....	11,8	862	22-En-1981
<i>Chroomonas rosenbergae</i> .....	11,8	5.173	19-Sp-1980
<i>Chroomotzas</i> sp. <i>skuja</i> .....	11,8	5.173	19-Sp-1980
<i>Chroomonas acuta</i> .....	5,9	2.587	2-Ab-1981
<i>Rhodomonas minuta</i> .....	5,9	9.485	22-En-1981
<i>Rhodomonas minuta</i> v. <i>nanoplanctonica</i> .....	5,9	2.587	2-Ab-1981
<i>Cryptomonas erosa</i> .....	29,4	3.449	12-My-1981
<i>Cryptomonas erosa</i> v. <i>reflexa</i> .....	11,8	2.587	19-Sp-1980
<i>Cryptomonas ovata</i> .....	11,8	862	19-Sp-1980
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>			
<i>Euglena pisciformis</i> .....	35,3	12.934	2-Ab-1981
<i>Euglena hemichromata</i> .....	29,4	3.449	2-Ab-1981
<i>Lepocinclis ovafa</i> .....	17,6	7.760	2-Ab-1981
<i>Phacus segretii</i> .....	5,9	862	12-My-1981
<i>Trachelomonas</i> sp.....	5,9	862	22-En-1981
<b>DINOPHYCEAE</b>			
<i>Gymnodinium</i> sp.....	47,1	7.760	2-Ab-1981
<b>BACTERIA</b>			
Grupo <i>Planctomyces-Blastocaulis</i>	58,8	12.934	19-Sp-1980

cianobacterias deja de ser absoluto: la situación encontrada en el mes de abril.

La Albufera de Valencia es un lago de claras características hipertróficas que se manifiestan en la dominancia fitoplanctónica de las cianobacterias, organismos que, en su mayoría, son indicadores de aguas de alta eutrofia. De todas las cianobacterias existentes en la Albufera destacan por su mayor abundancia las de tipo filamentoso, especialmente las especies: *Lyngbya limnetica*, *L. limnética f. minor*, *L. perelegans*, *L. lagerheimii*, *L. contorta* y *Oscillatoria tenitis f. tergestina*. Sin embargo, también se encuentran en importante número las especies no filamentosas: *Merismopedia tenuissima*, *Chroococcus dispersus*, *C. minutus* y *Anabaenopsis circularis*, siendo esta última un alga típicamente tropical, cuya adaptación a nuestras lagunas costeras se ve favorecida por el cálido clima mediterráneo así como por el carácter hipertrófico y somero de éstas, caracteres de los que participa plenamente la Albufera. Su área de distribución se ha extendido recientemente pasando a colonizar la Albufera, especialmente en los meses de verano y principios de otoño, dado que no figuraba esta especie en listas anteriores (PARDO, 1942; BLANCO, 1974).

Entre las algas de otros grupos sobresalen aquellas caracterizadas por ser propias de aguas eutróficas, como: *Nitzschia gracilis*, *Chlamydomonas sp.*, *Pediastrum boryanum*, *Scenedesmus quadricauda* y *Euglena pisciformis* entre otras, todas ellas ampliamente citadas en numerosos trabajos sobre la eutrofización de las aguas continentales (MARGALEF, 1980; WETZEL, 1981).

En el agua de la Albufera se encuentran diversas especies de bacterias heterótrofas planctónicas, y entre ellas destaca por su número y contribución a la biomasa, el grupo Planctomyces-Blastocaulis, esta especie forma colonias incoloras en forma de roseta de fácil observación en las muestras sedimentadas.

Es de destacar que como resultado de la fuerte mezcla a que se ven sometidas las aguas someras de la Albufera, no se encuentran diferencias apreciables en la

composición específica del fitoplancton a lo largo del perfil vertical del lago, no pudiendo relacionarse especies que se encuentren típicamente en superficie o fondo de la columna de agua.

Por último remarcaremos el cambio sufrido por la Albufera en cuanto a la composición de su fitoplancton, hasta el punto de que muy pocas especies de listas anteriores se encuentran presentes en la actualidad y así mismo no estaban presentes en dichas listas la mayoría de las encontradas en el momento actual (PARDO, 1942; BLANCO, 1974), a consecuencia del proceso de eutrofización extrema y consiguiente degradación de este ecosistema.

### Variación estacional del número total de individuos del fitoplancton

La figura 1 representa la variación estacional de los distintos grupos de algas que componen el fitoplancton de la Albufera de Valencia.

La comparación de las distintas áreas de los círculos pone de manifiesto las significativas diferencias que, respecto al número total de organismos fitoplanctónicos, aparecen en las sucesivas estaciones del año.

El mes de agosto sobresale claramente entre los demás por ser el que presentó un número máximo de organismos del fitoplancton en las aguas de la laguna. En el extremo opuesto se encuentra el mes de enero presentando un mínimo de población algal.

En los inicios de la temporada otoñal (septiembre) el contenido algal de la laguna decae bruscamente, pasando de  $5,57 \times 10^{12}$  ind/m<sup>2</sup> contabilizados durante el mes inmediatamente anterior (agosto) a  $2,36 \times 10^{12}$  ind/m<sup>2</sup> registrados en septiembre. Desde este mes a enero el número de individuos del lago decae nuevamente hasta alcanzar en enero el mínimo estacional de  $1,16 \times 10^{12}$  ind/m<sup>2</sup>. Teniendo en cuenta que, desde septiembre a enero han transcurrido aproximadamente 4 meses, se puede pensar en un probable descenso paulatino del contenido algal entre dichas dos fechas, y no en una caída brusca como la acaecida entre agosto y septiembre.

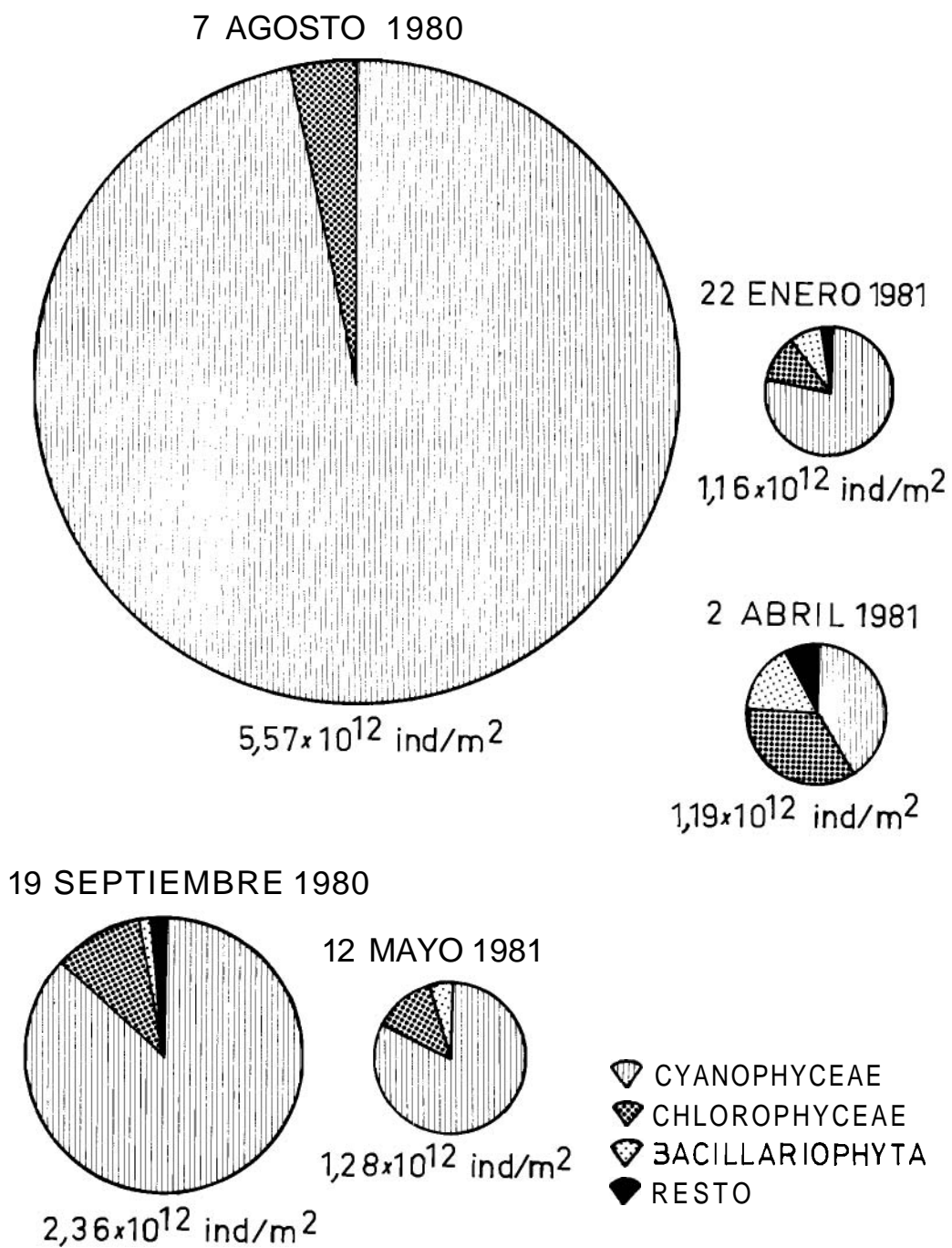


FIGURA 1.-Variación estacional de la composición del fitoplancton de la Albufera de Valencia con relación a los principales grupos de algas en las fechas indicadas. El área del círculo es proporcional al número total de organismos que se estima había en una columna de agua, de la superficie al fondo, de 1 m<sup>2</sup> de sección. Los sectores indican el porcentaje de distribución para cada grupo de algas.

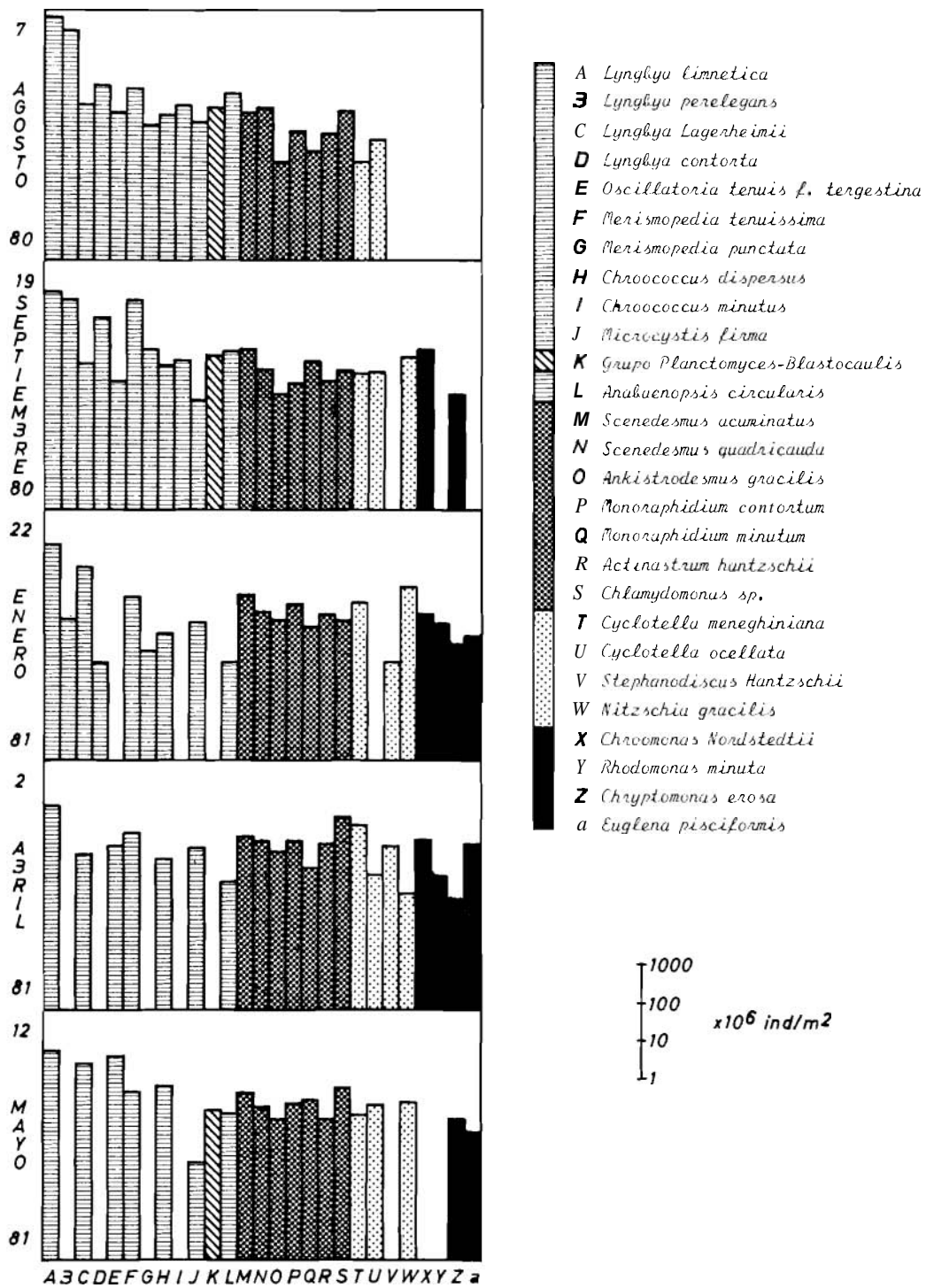


FIGURA 2.-Histogramas de la densidad de población (ind/m<sup>2</sup>) de las especies mayoritarias del fitoplancton de la Albufera de Valencia en las fechas indicadas, representantes de las diferentes estaciones del año.

En abril, con la llegada de la primavera y consiguiente suavización climática y aumento de la iluminación, se aprecia un ligero aumento en la cantidad total de algas de la Albufera, encontrándose  $1,19 \times 10^{12}$  ind/m<sup>2</sup>, para pasar a registrarse en el mes de plena primavera (mayo) una nueva subida en el número de individuos:  $1,28 \times 10^{12}$  ind/m<sup>2</sup>.

#### Variación estacional de la composición taxonómica del fitoplancton

Se detalla a continuación la proporción relativa que ocupa cada taxón en las aguas de la Albufera en el transcurso de la sucesión estacional.

**CYANOBACTERIA.**—Las especies de cianobacterias dominan completamente el plancton de la Albufera durante los meses estudiados. Únicamente en abril se presenta una situación anómala en que las cianobacterias decrecen en número y diversidad favoreciendo el desarrollo de los restantes grupos, que encuentran en este mes el momento propicio para su desarrollo, alcanzando en todos los casos su máximo estacional (figura 1). Para la clasificación del grupo *Cyanobacteria* se siguió a DESIKACHARY (1959) y HUBER-PESTALOZZI (1975).

Las Cianobacterias alcanzan su máximo en las condiciones cálidas del mes de agosto, desarrollando un «bloom» estival de  $5,39 \times 10^{12}$  ind/m<sup>2</sup>, que va disminuyendo sucesivamente hasta alcanzar en abril un mínimo de  $0,48 \times 10^{12}$  ind/m<sup>2</sup>, del cual se recuperan rápidamente en mayo ascendiendo a un total de  $1,05 \times 10^{12}$  ind/m<sup>2</sup>.

La figura 2 refleja, mediante la selección de las especies más abundantes de los distintos grupos, la variación del número de individuos de cada especie, así como la presencia o ausencia de cada una de ellas. Entre las cianobacterias más abundantes aparecen como especies constantes u holoplanctónicas: *Lyngbya limnetica*, *L. lagerheimii*, *Merismopedia tenuissima*, *Chroococcus dispersus*, *Microcystis firma* y *Anaehaenopsis circularis*. Y como especies intermitentes o meroplanctónicas: *Lyng-*

*bya perelegans*, *L. contorta*, *Oscillatoria tenuis f. tergestina*, *Merismopediu punctata* y *Chroococcus minutus*.

Es importante el hecho de que en los meses de agosto y septiembre todas ellas se encuentran presentes, en enero empieza la desaparición de especies con *Oscillatoria tenuis f. tergestina* y *Chroococcus minutus*, para culminar en abril con la desaparición de las mencionadas *Lyngbya* y la *Merismopedia punctata*. En mayo se mantiene la misma situación en lo referente a la presencia de especies dominantes que en abril; ambos meses se distinguen en que el número de individuos de cada especie es superior en mayo para todas ellas, excepto en los casos de *Merismopedia tenuissima* y *Microcystis firma* que son más abundantes en abril.

Es interesante reseñar también que la *Oscillatoria tenuis f. tergestina* solamente se encuentra ausente de la Albufera en enero, hallándose presente durante todos los restantes meses, y de manera especialmente abundante en mayo. Así mismo destaca la desaparición en los meses de primavera de *Lyngbya perelegans*, alga preponderante en agosto y septiembre (figura 2).

**CHOLOROPHYCEAE.**—Las clorofíceas son un grupo de algas que, al igual que las cianobacterias, se hallan presentes en el lago en cantidad apreciable durante toda la sucesión estacional. Destaca abril entre los cinco meses estudiados por ser el que presenta un mayor número de clorofíceas,  $0,41 \times 10^{12}$  ind/m<sup>2</sup> en la Albufera, opuestamente a lo que sucedía con las cianobacterias. El mínimo estacional se registra en enero, alcanzándose un total de  $0,13 \times 10^{12}$  ind/m<sup>2</sup> (figura 1). Para la clasificación de las clorofíceas se ha seguido a BOURRELLY (1972) y HUBER-PESTALOZZI (1974).

La figura 2 nos muestra el carácter holoplanctónico de las clorofíceas más abundantes de la Albufera e ilustra como algunas de ellas (*Ankistrodesmus gracilis*, *Actinastrum hantzschii* y *Monoraphidium minutum*) ven decrecer su número de individuos en verano y otoño, cuando la dominancia de las cianobacterias es más acusada.



**BACILLARIOPHYTA.**—Las diatomeas constituyen un grupo fitoplanctónico que prácticamente no se encuentra en verano, en agosto se cuentan tan solo  $0,002 \times 10^{12}$  ind/m<sup>2</sup>. En septiembre ya aparecen algunas especies, registrándose un total de  $0,030 \times 10^{12}$  ind/m<sup>2</sup>, que dan paso a un mayor número en enero,  $0,095 \times 10^{12}$  ind/m<sup>2</sup>, para alcanzar en abril el máximo estacional de  $0,195 \times 10^{12}$  ind/m<sup>2</sup>, que coincide con el máximo de clorofíceas y mínimo de cianobacterias. En mayo el número de diatomeas decrece hasta  $0,049 \times 10^{12}$  ind/m<sup>2</sup> (figura 1). Su clasificación se basó en HUBER-PESTALOZZI (1975) y GERMAIN (1981).

En la figura 2 podemos apreciar que únicamente *Cyclotella meneghiniana* se encuentra presente en todos los muestreos. En abril, momento de máximo desarrollo de las bacilariofitas, se localizan las cuatro especies abundantes: *Cyclotella meneghiniana*, *C. ocellata*, *Stephanodiscus hantzschii* y *Nitzschia gracilis*. En mayo desaparece *Stephanodiscus hantzschii*, situación similar a la de septiembre con la particularidad de que en este último mes las cantidades de cada especie son menores que en mayo. En enero no se encuentra *Cyclotella ocellata*, mientras que en agosto solamente están presentes las dos *Cyclotella*, en bajísimas proporciones y habiendo sido observadas únicamente en la parte más profunda de la columna de agua (3 m de profundidad).

**CHRYPTOPHYCEAE, EUGLENOPHYCEAE Y DINOPHYCEAE.**—Estos tres grupos de algas no están presentes en verano en la Albufera. El mes en que se encuentran en cantidades más abundantes es, como sucedía con las clorofíceas y diatomeas, el mes de abril, en el que en conjunto totalizan  $0,095 \times 10^{12}$  ind/m<sup>2</sup>. El mes que sigue a abril en abundancia es septiembre con un total de  $0,041 \times 10^{12}$  ind/m<sup>2</sup>, momento en que la mayor parte,  $0,039 \times 10^{12}$  ind/m<sup>2</sup>, son criptofíceas. A continuación viene el mes de enero con  $0,029 \times 10^{12}$  ind/m<sup>2</sup>, y por último el mes de mayo en el que la presencia de estos tres grupos es mínima,  $0,011 \times 10^{12}$  ind/m<sup>2</sup>. En todas las épocas, muy notablemente en

septiembre, las criptofíceas superan ampliamente a los otros dos grupos, debido principalmente a que aquellas totalizan un mayor número de especies (figura 1). Para su determinación se ha seguido a HUBER-PESTALOZZI (1968 y 1969).

La figura 2 revela el comportamiento estacional de las principales especies de estos tres grupos. En enero y abril se hallan presentes las cuatro especies seleccionadas: *Chroomonas nordstedtii*, *Rhodomonas minuta*, *Chryptomonas erosa* y *Euglena pisciformis*. En septiembre desaparecen *Rhodomonas minuta* y *Euglena pisciformis*, mientras que en mayo no se encuentra ni *Chroomonas nordstedtii* ni *Rhodomonas minuta*.

## CONCLUSIONES FINALES

Los resultados expuestos anteriormente pueden resumirse en los siguientes puntos:

1. El mes de agosto se caracteriza por ser el que contabiliza un mayor número de individuos fitoplanctónicos en el lago, que en su inmensa mayoría (96,7%) pertenecen al grupo *Cyanohacteria*, exceptuando un pequeño porcentaje (3,3%) de clorofíceas acompañantes.

2. En septiembre decrece ligeramente el porcentaje de cianobacterias (86,7%), aumentando considerablemente las clorofíceas (10,3%) y apareciendo las diatomeas y criptofíceas con pequeños porcentajes (1,4% y 1,6% respectivamente).

3. En enero continúa disminuyendo el número de cianobacterias (77,8%), con el consiguiente crecimiento por parte de las clorofíceas (11,5%) y diatomeas (8,3%). Las criptofíceas mantienen su contribución (1,6%) y surgen en un porcentaje muy pequeño (0,8%) los restantes grupos (euglenales y dinoflageladas). En este mes el número total de individuos contabilizado es mínimo.

4. Abril se revela como el mes de tránsito o punto de inflexión en lo que respecta a las proporciones de los distintos grupos de algas. En él, a excepción de las cianobacterias que presentan sus cotas mínimas (40,8%), todos los grupos muestran

su punto álgido (clorofíceas 34,7%, diatomeas 16,4%, criptofíceas 4,2%, euglenales y dinoflageladas 3,9%).

5. En mayo las cianobacterias vuelven a dominar plenamente (81,9%), mientras que los restantes grupos algales disminuyen en abundancia (clorofíceas 13,3%, diatomeas 3,9%, criptofíceas 0,6%, euglenales y dinoflageladas 0,3%).

6. Las especies que componen el fitoplancton actual de la Albufera difieren notablemente de las citadas en listas anteriores, como consecuencia del proceso de eutrofización extrema y degradación del lago.

## BIBLIOGRAFIA

- BLANCO, C. 1974. Estudio de la contaminación de la Albufera de Valencia y de los efectos de dicha contaminación sobre la fauna y la flora del lago. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia.
- BOURRELLY, P. 1972. *Les algues d'eau douce*. Editions N. Boubée & Cie. Paris.
- DESIKACHARY, T. V. 1959. *Cyanophyta*. University of Madras. *Indian Council of Agricultural Research Publ.* New Delhi.
- GARCÍA, M. P., M. R. MIRACLE y E. VICENTE. 1984. Heterogeneidad espacial de las comunidades fitoplanctónicas de la Albufera de Valencia. *Limnetica* Vol. 1 (en prensa).
- GERMAIN, H. 1981. *Flore des Diatomées. Eaux douces et saumâtres*. Editions Boubée. Paris.
- HUBER-PESTALOZZI, G. 1968. 1969. 1974. 1975. *Das Phytoplankton des Süßwassers. Die Binnengewässer*. E. Schweizerbartsche Verlag., Stuttgart.
- MARGALEF, R. 1980. *Ecología*. Ed. Omega. Barcelona.
- PARDO, L. 1942. La Albufera de Valencia. Estudio limnográfico, biológico, económico y antropológico. *Bol. Inst. Forest. Inv. y Exper.* 24:1-263.
- VOLLENWEIDER, R. A. 1974. A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments. IBP Handbook N.º 12. *Blackwell Scientific Publications*. Oxford.
- WETZEL, R. G. 1981. *Limnología*. Ed Omega. Barcelona.