

HETEROGENEIDAD ESPACIAL DE LAS COMUNIDADES FITOPLANCTONICAS DE LA ALBUFERA DE VALENCIA

M.R. Miracle; M.P. García y E. Vicente

Departamentos de Ecología y Microbiología Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Valencia

Palabras clave: Freshwater phytoplankton, hypertrophic coastal lagoon, Albufera of Valencia. (Spain).

ABSTRACT

SPATIAL HETEROGENEITY OF THE PHYTOPLANKTONIC COMMUNITIES OF THE ALBUFERA OF VALENCIA.

The plankton of the Albufera of Valencia, an hypertrophic coastal lagoon, is dominated by Cyanobacteria, which in most cases constitute the 80% of the phytoplankton. The analysis of the samples, taken in different zones of the lagoon, has made apparent the extraordinary population densities reached by the phytoplankton. It maintains, on the average, a density around one million of individuals per ml, which roughly corresponds to a biomass of 200 mg/l and to a chlorophyll *a* concentration of 0,4 mg/l. The mean specific pigment contents of Albufera phytoplankton is around the 2% of chlorophyll *a* per unit of biomass, which is relatively low compared with other lakes but frequent when the plankton is dominated by Cyanobacteria.

In the plankton of the Albufera 95 species of algae have been identified: 32 Cyanobacteria, 38 Chlorophyceae, 26 Diatoms, 6 Euglenophyceae, 2 Cryptophyceae and 1 Dinoflagellate. The statistical analysis of algal counts demonstrates the existence of three different communities of species corresponding to the distinct zones of the lagoon as follows:

1.- A community constituted by several closely associated species of *Lyngbya* and *Oscillatoria* which dominates in the most part of the lagoon (localities 1 to 4 and 8).

2.- A second one made by the association of *Cyclotella glomerata*, *Nitzschia palea* and *Scenedesmus quadricauda*, which characterizes the zone near Barranc of Massanassa (locality 7).

3.- A third community associated to the last mentioned one constituted mainly by *Stephanodiscus hantzschii*, *Chroococcus planctonicus* and *Merismopedia tenuissima* located at the Northern zone to the West of Barranc of Massanassa (localities 5 and 6).

INTRODUCCION

La Albufera de Valencia es una laguna litoral enmarcada por la zona de arrozales de la huerta valenciana. La influencia en ella de la actividad humana es extraordinaria, pues su flujo de agua está regulado por los procesos del cultivo del arroz y es además el sumidero general de los vertidos urbanos correspondientes a más de medio millón de habitantes, así como de los procedentes de las aproximadamente cinco mil industrias enclavadas a su alrededor. La acción reiterada y creciente de vertidos tan contaminantes, ha convertido recientemente a esta laguna en un sistema hipertrófico extremo, cuya densidad fitoplanctónica es de las mayores registradas en el mundo.

Dada la gran extensión e importancia natural y

socio-económica de la Albufera de Valencia, extraña el que no haya ni una sola publicación dedicada al fitoplancton, exceptuando menudas listas de unas pocas especies puestas como ejemplos en trabajos más amplios, dedicados a otros componentes biológicos (Pardo, 1942; Blanco, 1957). El fitoplancton de la Albufera ha variado enormemente en los últimos años, pero cualquier comparación con base científica resulta difícil, al no disponer de estudios anteriores que permitirían seguir su evolución a lo largo del tiempo.

El presente trabajo pretende dar una idea de las actuales características del fitoplancton de la Albufera, pero por la gran extensión de esta laguna y el muy distinto origen de los aportes de agua que recibe, se ha

hecho necesario practicar un estudio en sus diferentes zonas, teniendo especial cuidado en la elección de una serie de puntos de muestreo que sean máximamente representativos. Con ello, se intenta dar una visión general del fitoplancton de toda la laguna, tanto en su composición específica y estructura de la comunidad como desde el punto de vista de su densidad, biomasa y concentración de pigmentos fotosintéticos. Se insiste además en las variaciones temporales que se observan en los distintos puntos, que son debidas principalmente a los cambios de flujo y renovación de las aguas del lago.

MATERIAL Y METODOS

El lago.- La Albufera es una laguna litoral somera (profundidad media 0,75 m), situada al sur de la ciudad de Valencia ocupando la parte central, hoy muy mermada (2.200 Ha.), de una vasta zona húmeda (más de 23.000 Ha.) que antaño se extendía entre los deltas de los ríos Turia y Júcar. Establece comunicación con el mar a través de tres canales o golas que atraviesan el cordón litoral que la separa del mar, y en los que el caudal de agua vertido en cada momento se controla por la acción de compuertas a fin de adecuar el nivel de la laguna a las exigencias del cultivo del arroz. Los aportes de agua se hacen a través de las numerosas acequias y barrancos que afluyen en todo su contorno, destacando el barranco de Chiva (acequia de Massanassa) y los de el Hondo y la Berenguera (acequias de Overa y Dreta, Roselló, 1979). Las aguas de la laguna, más saladas en épocas pretéritas, hoy son de tipo oligohalino e hipetrófico.

Metodos.- El muestreo de la Albufera se ha efectuado durante un recorrido sucesivo por ocho puntos del lago que pretende cubrir las distintas zonas de la laguna. Se efectuaron tres campañas correspondiente a los meses de julio, septiembre y noviembre.

La transparencia del agua se determinó con la ayuda del disco de Secchi, calculando posteriormente el coeficiente de extinción para las distintas estaciones, y muestreos. Mediciones directas de la penetración de la energía luminosa se llevaron a cabo con un quantummeter Crump mod. 550. Simultáneamente, se midieron otros parámetros físico-químicos cuyos resultados pueden consultarse en Oltra y Miracle (1984).

Para la cuantificación de los pigmentos fotosintéticos, muestras de 50 ml de agua se filtraron a través de discos de fibra de vidrio Whatman GF/F, extrayéndose los pigmentos durante 12-24 horas a -20°C en 5 ml de una mezcla de acetona 90% y DMSO en proporción 1:1 (Shoaf y Lium, 1976), y su contenido en clorofilas, feofitinas y carotenoides se valoró espectrofotométricamente según Lorenzen (1967) y Strickland y Parsons (1972).

Para el recuento del fitoplancton, muestras de agua de las diferentes estaciones, tomadas a 0,5 m. de profundidad por bombeo peristáltico, fueron fijadas con lugol. Su recuento se efectuó por observación directa de los organismos con ayuda de un microscopio invertido (1.250 aumentos), después de sedimentar volúmenes de 1 a 3 ml en cubetas cilíndricas (Vollenweider, 1974). El número de campos ópticos contados fue el necesario para totalizar un mínimo de 1.000 individuos por muestra en muestras duplicadas. Se efectuó además un barrido de toda la cubeta para detectar la presencia de especies poco frecuentes. Las algas filamentosas se expresaron como número de filamentos y las especies coloniales como número de agrupaciones o colonias. Los cálculos de la biomasa fueron realizados multiplicando el número de individuos por su volumen correspondiente, calculado basándose en su forma geométrica y las dimensiones medias de las poblaciones presentes en cada muestra.

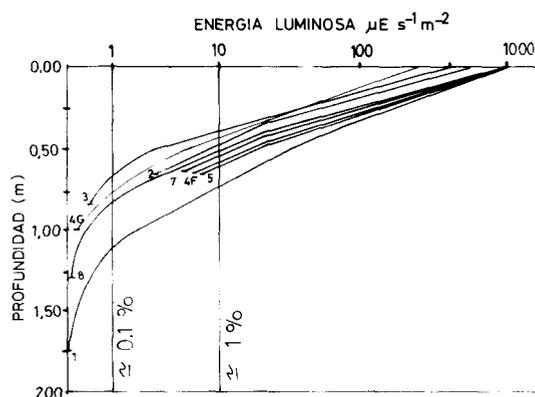


Figura 1.- Penetración de la luz en el agua en los distintos puntos de muestreo (1 a 8). Nótese como, por término medio, a un metro de profundidad llega menos del 1% de la luz incidente. Extinction of light in the water at the different sampling stations (1 to 8) Notice that it arrives generally at 1 m of depth less than 1% of incident light.

RESULTADOS Y DISCUSION

1.-Pigmentos fotosintéticos.

Las diferentes magnitudes para medir el plancton vegetal (pigmentos, nº de individuos y biomasa) presentan unas relaciones muy claras entre sí, que depende de la comunidad fitoplanctónica de que se trate, interrelacionada a su vez con las características del medio.

En la Albufera de Valencia, la concentración de clorofila *a* rebasa en todo momento los 100 mg/m³, valor que resultó ser de los mayores obtenidos en un estudio de 100 embalses españoles (Margalef *et al.* 1977). En julio, prácticamente todos los puntos de muestreo, y en septiembre, la mayoría de ellos, alcanzaron valores superiores a los 350 mg/m³ (Tabla I). El valor máximo registrado fué de 646 mg/m³, correspondiente al mes de septiembre y a la estación 7, momento y

localidad en el que se constató un crecimiento destacado de diatomeas, algunas de las cuales se hacen dominantes.

Un valor de 350 mg/m³ de clorofila *a* es suficiente para absorber la práctica totalidad de la energía luminosa utilizable a la profundidad de 1 m, pero el hecho de que esta cifra a menudo se rebase (Tabla I) revela que a menos de un metro ya ha sido capturada toda la luz incidente (Fig. 1), no encontrándose activa la clorofila de las algas que se hallen por debajo de dicha profundidad, y sólo mediante la circulación del agua puede entrar de nuevo en la zona iluminada. Es muy probable que la Albufera, incluso en sus zonas más someras, utilice toda la luz disponible, alcanzando su máximo potencial de producción primaria.

Estas concentraciones de clorofila tan elevadas, que

Tabla I.- Clorofila *a*, índices pigmentarios y características ópticas del agua. Chlorophyll *a* pigment index and optical features of the water

Est.	Fecha	Clor. <i>a</i> (mg/m ³)	Feof. Clor. <i>a</i> (%)	$\frac{D_{430}}{D_{665}}$	S _{chl} (m)	Prof. 1% _{chl} (m)
1	27-07-82	451,23	3,42	1,92	0,24	0,65
	21-09-82	217,00	16,60	1,80	0,30	0,81
	4-11-82	114,81	4,94	1,92	0,22	0,60
2	27-07-82	349,77	2,98	1,96	0,24	1,96
	21-09-82	186,90	1,95	1,87	0,32	1,87
	4-11-82	144,18	0,32	1,89	0,25	1,89
3	27-07-82	307,05	0,10	2,01	0,28	0,76
	21-09-82	368,46	0,10	1,96	0,28	0,76
	4-11-82	170,88	2,69	1,95	0,19	0,51
4	27-07-82	429,87	0,10	1,99	0,22	0,60
	21-09-82	347,10	10,86	1,83	0,28	0,76
	4-11-82	293,70	5,92	2,06	0,21	0,57
5	27-07-82	491,28	9,32	2,02	0,21	0,57
	21-09-82	277,68	25,13	1,92	0,31	0,84
	4-11-82	253,65	6,82	2,02	0,21	0,57
6	27-07-82	368,46	10,24	2,00	0,25	0,68
	21-09-82	437,88	16,04	1,95	0,20	0,54
	4-11-82	210,93	8,12	1,98	0,21	0,57
7	27-07-82	440,55	15,62	1,94	0,20	0,54
	21-09-82	646,14	17,95	2,05	0,15	0,41
	4-11-82	165,54	10,10	2,06	0,21	0,57
8	27-07-82	485,05	3,92	2,01	0,25	0,68
	21-09-82	368,46	0,10	1,90	0,30	0,81
	4-11-82	205,59	2,61	2,04	0,20	0,54

sitúan a la Albufera en un grado de hipertrofia extrema, son de adquisición reciente. En la monografía de Dafauce (1975) sobre dicha laguna se hace patente que, en la pasada década, hubo un incremento anual progresivo del contenido de clorofila, aumento que continúa en la actualidad. A modo ilustrativo podemos señalar que en un punto de muestreo, próximo al denominado por nosotros estación 8, los máximos de concentración de clorofila a en los años 1972, 1973 y 1974 fueron respectivamente 20, 44 y 78 mg/m^3 .

La figura 2 representa la distribución de las desviaciones a la medida del contenido en clorofila a del agua. Se observa que las poblaciones fitoplanctónicas fluctúan desfasadas en unas zonas del lago respecto a otras. En Julio, resalta un gran crecimiento algal en el foco de contaminación de Font Nova (est. 5) que se extiende por toda la parte central, situándose los mínimos en la zona Sur principalmente. En septiembre se dió un gran máximo en el Barranc de Massanassa (est. 7), con mínimos en la zona SE y en la correspondiente al máximo anterior (estación 5). En noviembre, el área de máxima concentración se desplazó hacia el oeste, abarcando la Foia (est. 4) y Font Nova, mientras que toda la zona SE, muy afectada por las inundaciones de la Ribera Baja del Júcar, acacidas el 20 de octubre de 1982, presentaba los valores mínimos.

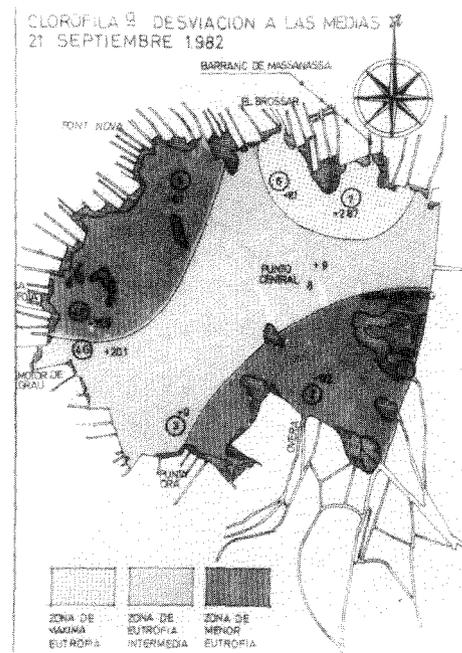
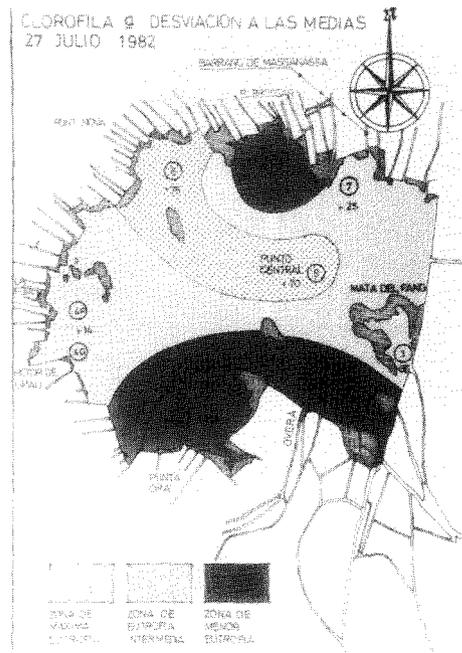
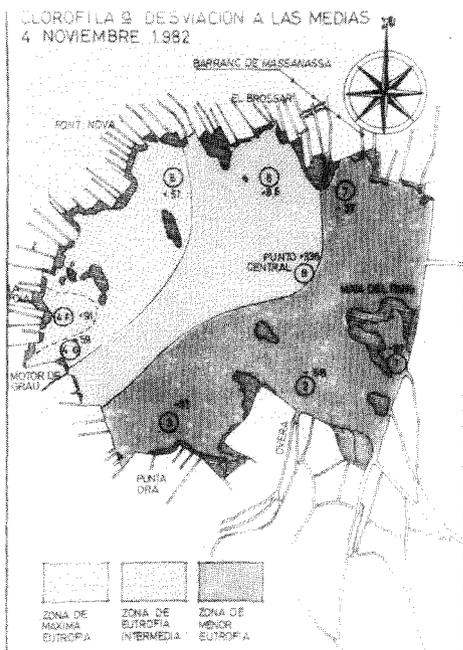


Figura 2- Distribución de las desviaciones a la media de la concentración de clorofila a en la Albufera correspondientes a las fechas del 27 de Julio, 21 de Septiembre y 4 de Noviembre, respectivamente.
Distribution of the deviations to the mean of the chlorophyll a concentrations in the dates of July 27, September 21 and November 4, respectively.

Las relaciones de la concentración de clorofila *a* con el número de individuos y con la biomasa fitoplanctónica (Tabla II) están representadas en el Fig. 3, donde se trazó la recta de regresión lineal de sus valores transformados logarítmicamente. Estas relaciones son altamente significativas y bastante lineales, incluso con los valores originales sin transformación, oscilando el contenido de clorofila *a* por individuo entre 0,4 y 0,5 pg y ajustándose mucho el contenido de clorofila *a* por unidad de biomasa al 2%.

En la representación de la relación de clorofila *a*/nº de individuos (figura 3A) se observa que este contenido es, en general, más bajo que 0'4 pg/individuo en las muestras de verano, y superior a

0'5 pg/individuo en las de Noviembre. En el estudio del fitoplancton de los embalses españoles (Margalef, 1977) se obtuvo algo parecido, esto es, el contenido de clorofila *a* por célula en las épocas de mezcla era significativamente superior al de verano o época de estratificación. En el caso de la relación de la clorofila *a* con la biomasa (Fig. 3B), el cociente varía al revés de lo dicho para la relación clorofila *a*/nº de individuos, es decir, presenta valores superiores a los medios, que resultan ser del 2%, en julio e inferiores en noviembre. Esta aparente contradicción es explicable debido al menor tamaño de las células filamentosas y coloniales en las condiciones de alta temperatura de verano, lo que hace que el contenido de clorofila *a* por

Tabla II.- Densidad y biomasa del fitoplancton, contenido en clorofila *a* e índice de diversidad de Shannon. Phytoplanktonic density and biomass, chlorophyll *a* contents and Shannon's diversity index.

Est.	Fecha	Fitoplancton (ind/µl)	(mg/l)	Biomasa indiv. (pg/ind)	Clor. a indiv. (pg/ind)	Clor. a Biomasa (%)	Indice Diversidad (bits/ind)
1	27-07-82	1330	153,82	115,7	0,34	0,29	2,58
	21-09-82	697	136,23	195,5	0,40	0,20	3,13
	4-11-82	296	81,84	276,5	0,40	0,14	2,70
2	27-07-82	1237	158,66	128,3	0,28	0,22	2,61
	21-09-82	472	95,85	203,1	0,41	0,20	2,99
	4-11-82	300	88,77	295,9	0,49	0,16	2,71
3	27-07-82	999	118,53	113,6	0,30	0,26	2,31
	21-09-82	805	193,28	240,1	0,46	0,19	3,19
	4-11-82	342	84,69	247,6	0,51	0,20	2,77
4	27-07-82	1302	127,37	97,8	0,33	0,34	2,14
	21-09-82	867	244,20	281,7	0,44	0,16	3,33
	4-11-82	559	156,97	262,9	0,54	0,21	3,02
5	27-07-82	1891	229,91	121,6	0,27	0,22	1,88
	21-09-82	580	144,42	249,0	0,39	0,16	3,61
	4-11-82	491	121,42	247,3	0,54	0,22	2,85
6	27-07-82	1383	193,50	139,9	0,28	0,20	2,38
	21-09-82	1171	276,32	236,0	0,42	0,18	2,87
	4-11-82	422	112,04	265,5	0,53	0,20	3,58
7	27-07-82	569	88,14	154,9	0,83	0,54	3,31
	21-09-82	1399	261,22	186,7	0,53	0,28	3,00
	4-11-82	271	88,62	327,0	0,65	0,20	3,45
8	27-07-82	1647	201,36	122,3	0,29	0,24	2,40
	21-09-82	1196	261,94	219,0	0,31	0,14	3,01
	4-11-82	451	125,76	278,8	0,46	0,17	2,31

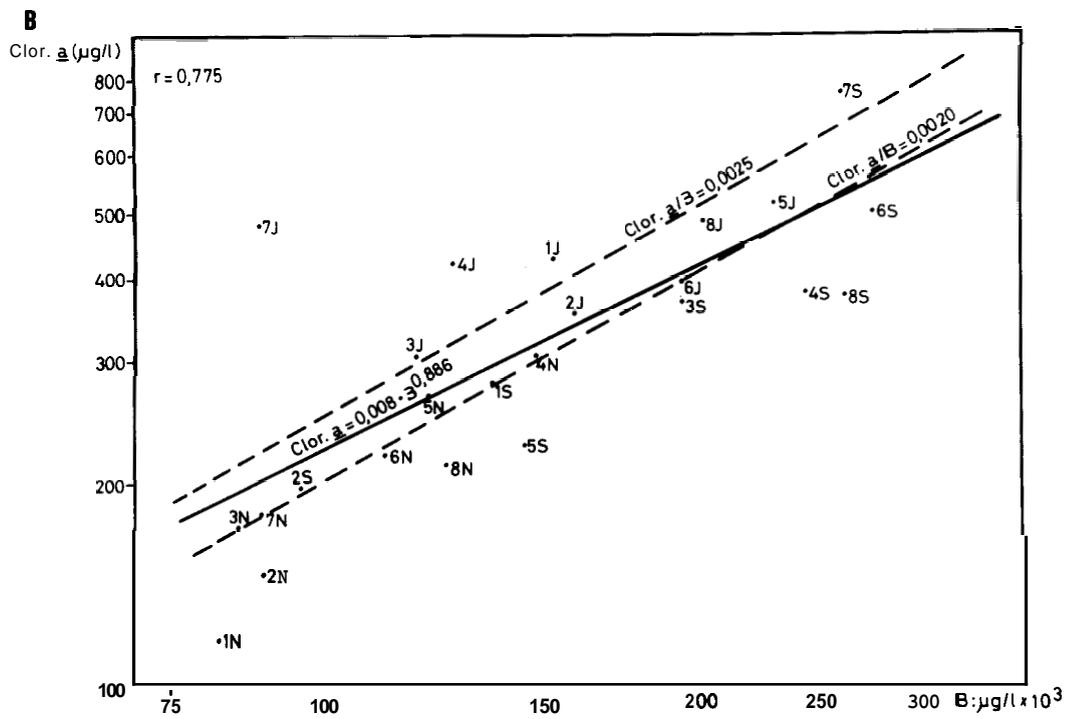
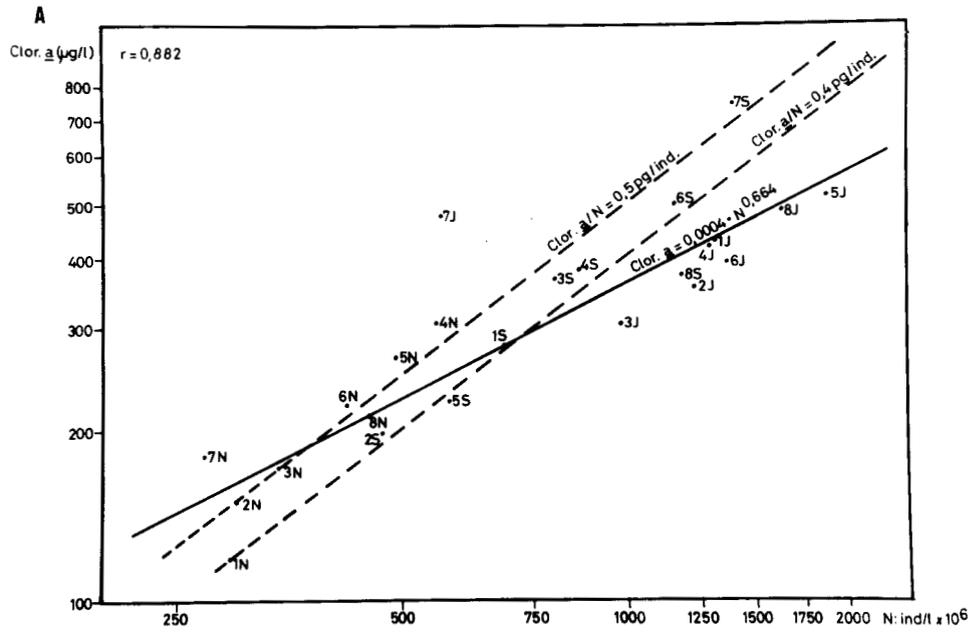


Figura 3 - Relación de la concentración de clorofila a con el número de individuos (A) y con la biomasa (B). (El número indica la localidad y la letra el mes a que pertenecen los datos).

Relationship between chlorophyll a concentration with the number of individuals (A) and the biomass (B). Sampling stations and months are indicated by a number and a letter, respectively

individuo sea menor, pero en cambio referido a unidad de biomasa sea mayor, ya que estas condiciones inducen el crecimiento de poblaciones fitoplanctónicas de menor tamaño celular medio.

Se observa en la estación 7, en la que el dominio de las cianobacterias no es tan absoluto, el contenido en clorofila *a* individuos y el contenido específico son más altos que las medias (Tabla II), lo que concuerda perfectamente con otros estudios (Margalef, 1977) en el hecho de que las comunidades fitoplanctónicas dominadas por cianobacterias son las que muestran valores más bajos para estas relaciones.

El índice pigmentario de Margalef (D_{430}/D_{665}) oscila en la Albufera entre 1'8 y 2'06 (Tabla I), valor bajo como corresponde a aguas claramente eutróficas, manteniéndose muy constante en el tiempo y el espacio, contrariamente a lo que sucede en otros lagos y embalses como los representados también en la figura 4, en la que se comparan los índices obtenidos para la Albufera frente a los presentados por un lago oligotrófico, Banyoles y un embalse eutrófico, La Minilla (Planas, 1973; Toja, 1980). Según consta en la literatura sobre el tema, este índice alcanza valores entre 2,4 y 3,6 en lagos oligotróficos y en los lagos

eutróficos se sitúa entre 1'4 y 2'4 (Margalef, 1980).

Otro índice pigmentario de interés en la calidad de las aguas es el cociente feofitinas/clorofila *a*, que representa la cantidad de clorofila degradada frente a la clorofila activa. Este índice (Tabla I) es alto en la Albufera, y comparativamente más alto en las zonas más contaminadas (estaciones 5, 6 y 7).

2.- Composición específica y estructura de la comunidad fitoplanctónica.

Se han identificado en la Albufera de Valencia, 95 especies de algas plantónicas, presentándose en la Tabla III una relación de las más frecuentes, indicando su importancia en el plancton. También se ha considerado un grupo de bacterias heterótrofas: grupo *Planctomyces Blastocaulis*, por su incidencia numérica en algunos de los recuentos efectuados. La composición fitoplanctónica del lago se distribuye en 22 especies de cianobacterias, 38 de clorofíceas, 26 de diatomeas, 6 de euglenales, 2 criptofíceas y 1 dinoflagelada; no obstante, son tan solo unas pocas especies de cianobacterias las que dominan el plancton, destacando las especies de los géneros *Lynghya* y *Oscillatoria*. Estas cianobacterias filamentosas se encuentran adaptadas preferentemente a la vida bentónica y su

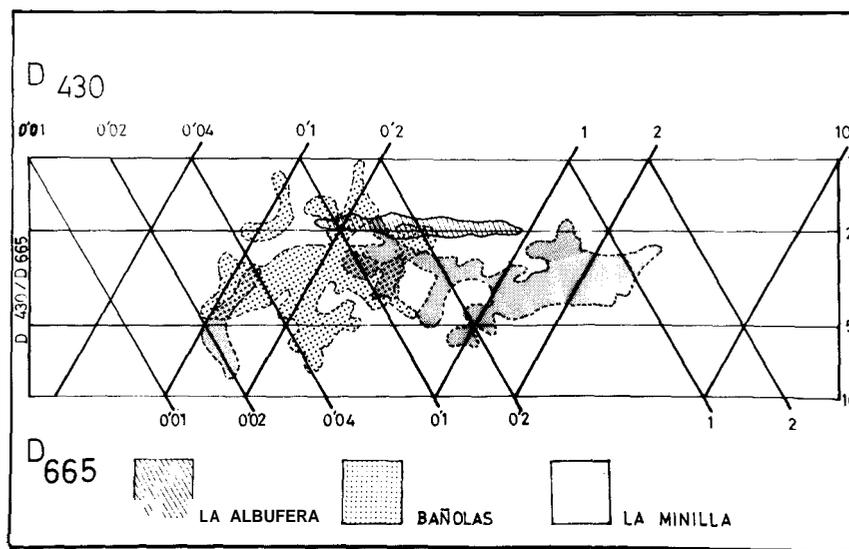


Figura 1 - Variación de los pigmentos fotosintéticos en la Albufera comparada con la del lago de Banyoles y el embalse de la Minilla. Las áreas engloban los distintos resultados durante el período de estudio, en la Albufera y de un ciclo anual, en los otros lugares. Los diferentes puntos se sitúan con referencia a dos escalas logarítmicas que se cruzan con un ángulo de 120° , que expresan las densidades ópticas a 430 y 665 nm del extracto de pigmentos. Las líneas horizontales corresponden a los valores del índice pigmentario D_{430}/D_{665} . Variations of photosynthetic pigments in the Albufera compared with that of Banyoles lake and the Minilla reservoir. The areas enclose the different results during the study period in the Albufera and during the annual cycle in the other places. The different points are referred to two logarithmic scales, forming an angle of 120° which represent the optical densities at 430 and 665 nm of the pigment extracts. Horizontal lines correspond to the D_{430}/D_{665} pigment ratio.

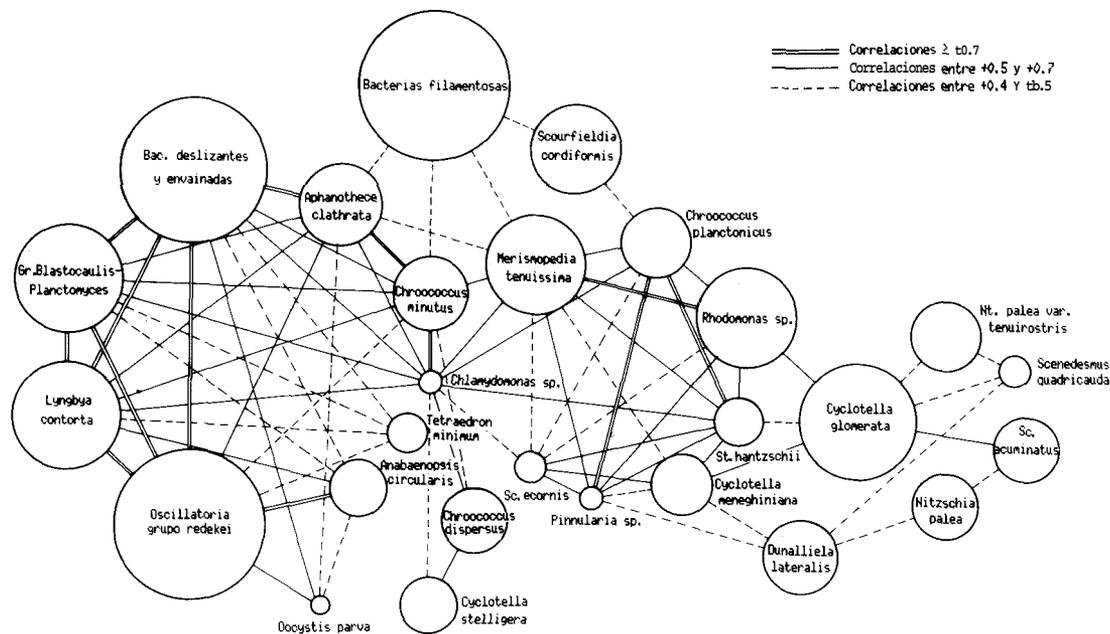


Figura 5. Agrupación de las especies del fitoplancton por sus correlaciones. Cada especie está representada por un círculo cuyo diámetro es proporcional al logaritmo de su densidad de población, situándose según su coeficiente de correlación respecto a las demás especies. Solo se han considerado las correlaciones mayores de + 0.4.

Clustering of phytoplankton species by their correlations. Each species is represented by a circle whose diameter is proportional to the logarithm of their population density, and it is placed according to its correlation coefficients between the other species. Only correlations over + 0.4 have been considered.

presencia, en el plancton de la Albufera, va acompañada del desarrollo masivo de vacuolas gaseosas distribuidas por todo el filamento. o con disposición terminal. Las especies de Cianobacterias son las más citadas en trabajos sobre la sobriedad de las aguas, pues en su mayoría son organismos indicadores de aguas contaminadas y eutróficas, con mucha materia orgánica y altas temperaturas. Concretamente el género *Lyngbya* se caracteriza por desarrollarse en aguas con índice de saprobiedad alto y algunas de sus especies se citan como tóxicas para muchos animales (Palmer, 1959) e incluso para el hombre, como es el caso de *L. contorta*, también muy abundante en la Albufera.

El grupo de las Cloroficeas, aunque numéricamente no puede competir con las cianobacterias, es el que presenta mayor variedad específica, distribuyéndose sus integrantes en enjambres de especies congénicas, principalmente de los géneros *Scenedesmus* y *Monoraphidium*, representados por 10 y 7 especies respectivamente. En cuanto a las diatomeas, encontramos preferentemente, en la Albufera, las de tipo céntrico, con preponderancia del género *Cyclotella* que llega a alcanzar cantidades del orden de 500.000 individuos/ml. Respecto a las

diatomeas pennadas, el género *Nitzschia* es el más importante, siendo especialmente abundantes *N. palea* y su variedad *tenuirostris*, ambas muy comunes en aguas eutróficas.

Es interesante constatar el hecho de que especies de distribución tropical, poco frecuente en nuestro país, tales como *Anabaenopsis circularis*, dada la progresiva eutrofización de las aguas litorales, han extendido su área de distribución encontrándose actualmente en la Albufera.

El índice de diversidad del fitoplancton en la Albufera (Talba II) presenta valores bajos en los meses de verano, destacando el mínimo de 1,88 bits/individuo correspondiente a la estación 5 durante el mes de julio, debido al pronunciado "bloom" de *Oscillatoria grupo redekei*. Tras la renovación de agua que tiene lugar durante el mes de septiembre, por la apertura de las compuertas, el índice de diversidad experimentó un importante aumento en todas las localidades; así por ejemplo, la estación 5 que presentaba el antedicho mínimo en julio se alcanzaba en septiembre un máximo de 3,61 bits/individuo. No obstante, en la estación 7 el índice experimentó un ligero descenso en aquel mes debido a un fuerte crecimiento de *Cyclotella glomerata*.

Tabla III.- Especies más frecuentes del fitoplancton de la Albufera de Valencia, indicando su presencia (P) como porcentaje de muestras en las que estaban presente, su frecuencia (F) en % respecto del total de individuos del fitoplancton, su densidad media en aquellas muestras en las que está presente (M) y su densidad máxima (MAX), ambas en miles de individuos/ml, especificándose el mes y el punto de muestreo de dicho máximo.

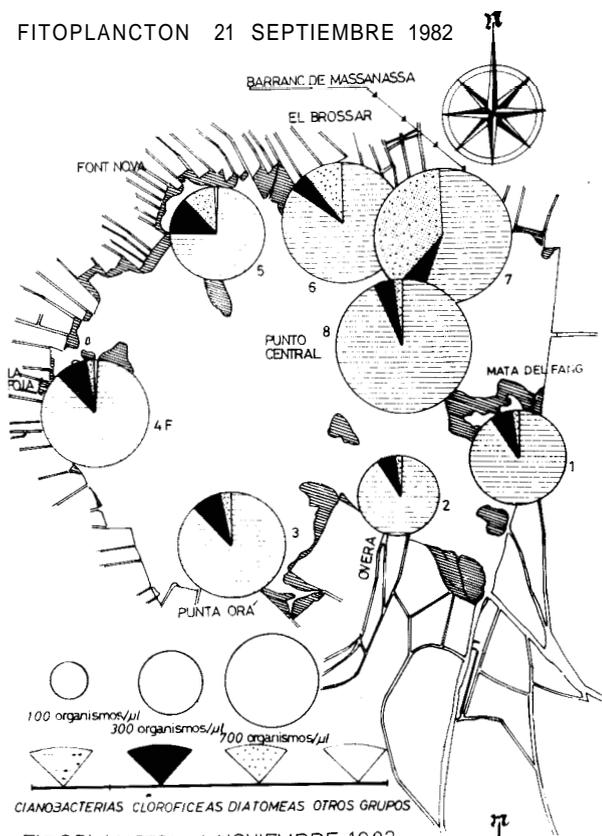
Las especies señaladas con * corresponden a las representadas en la fig. 5.

Most frequent species of the Albufera of Valencia phytoplankton, indicating its occurrence (P) as percentage of samples in which each occurred, its frequency (F) as percentage relative to total phytoplankton, and its mean density in those samples in which it occurred mean density (M) and its maximum density (MAX), thousands of individuals/ml, giving the month and sampling station in which this maximum is recorded.

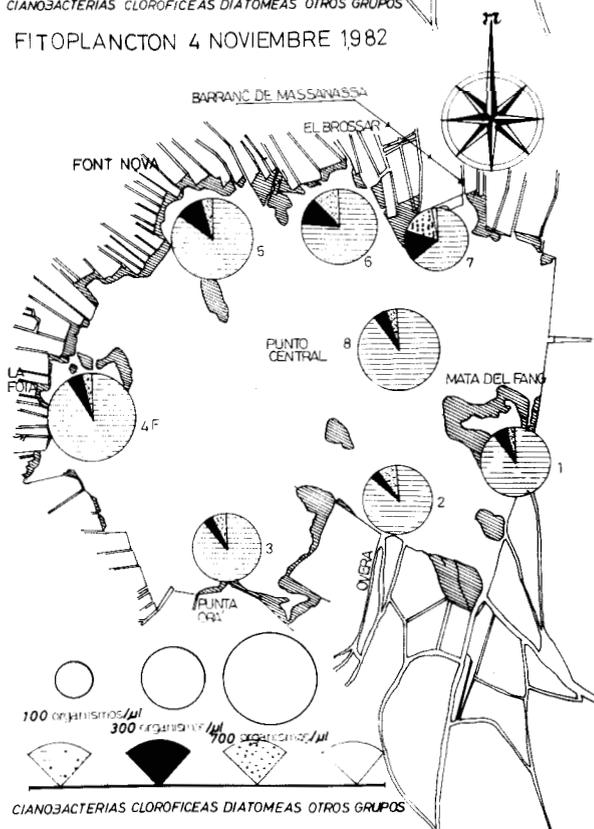
Species with * correspond to those presented in fig. 5

CYANOBACTERIAS	P %	F %	N	MAX		P %	F %	N	MAX		
* Lyngbya contorta	96	2.61	23.4	94.2	Sp 8	Monoraphidium convolutum	29	0.05	1.6	3.5	Sp 4
Oscillatoria aghardii	46	4.00	0.8	1.2	J1 1	* Tetraedron minimum	38	0.05	1.2	2.6	J1 6
* Oscillatoria grupo redekei	100	29.85	256.5	1057.9	J1 5	Chodatella sp.	75	0.14	1.6	4.8	5 15
Oscillatoria sp. pl.	25	0.03	0.9	2.6	Sp 4	* Oocystis parva	8	0.01	1.2	2.3	5 15
* Merismopedia tenuissima	100	1.64	14.1	66.5	Sp 8	Actinastrum hantzschii	54	0.29	4.6	10.4	Nv 6
Merismopedia punctata	42	0.05	0.9	1.7	Sp 3	Actinastrum sp.	71	0.05	0.6	1.7	J1 8
* Chroococcus dispersus	75	0.19	2.1	5.7	Sp 5	Chlamydomonas kvildensis	17	0.01	0.7	1.2	Nv 1
* Chroococcus planctonicus	58	0.19	2.8	8.6	Sp 3	* Chlamydomonas sp.	13	0.02	1.5	2.3	Sp 7
* Chroococcus minutus	79	0.41	4.5	9.5	Sp 3	* Scourfieldia cordiformis	92	0.86	8.1	32.7	Sp 1
* Anabaenopsis circularis	58	0.13	1.9	4.6	J1 8	* Dunaliella lateralis	79	0.32	3.4	7.8	5 17
Nicrocystis pulverea	38	0.04	0.9	2.3	J1 5	kirtmeriella obesa	71	0.15	1.8	3.5	Sp 8
Spirulina albida	21	0.02	0.6	1.7	Sp 6	Coelastrum microporum	33	0.05	1.4	3.5	Sp 5
* Aphanothece clathrata	67	0.55	7.1	14.5	J1 4	Chlorogonium elongatum	21	0.01	0.6	1.7	J1 5
Aphanothece sp.	33	0.09	2.2	4.6	J1 8	Chlorogonium minutum	8	0.02	1.6	2.3	J1 8
						Chlorogonium fusiforme	17	0.01	0.7	1.2	Nv 6
DIATOMEAS						Golenkinia radiata	17	0.02	1.1	1.7	Nv 4
* Cyclotella meneghiniana	54	0.16	2.5	5.2	J1 7	Pediastrum boryanum	21	0.01	0.6	1.2	J1 5
* Cyclotella glomerata	75	4.02	46.0	501.1	Sp 7	Scenedesmus longispina	13	0.02	1.2	1.2	Sp 4
Cyclotella striata	8	0.03	2.7	5.2	Sp 6	* Coenedesmus quadricauda	13	0.02	1.7	2.6	Nv 6
* Cyclotella stelligera	21	0.11	4.4	10.4	Sp 6	* Coenedesmus acuminatus	96	0.19	1.7	3.5	Sp 6
Cyclotella sp. pl.	88	0.71	7.0	31.0	Sp 6	Sc. acuminatus f. tortuosus	83	0.16	1.7	5.2	J1 5
* Stephanodiscus hantzschii	50	0.08	1.4	3.5	Sp 5	* Scenedesmus ecorinis	46	0.03	0.6	1.2	Sp 5
* Nitzschia palea	67	0.30	3.8	10.4	Sp 6	Coenedesmus acutus	67	0.16	2.0	10.4	Sp 5
* Nt. palea var. tenuirostris	50	0.22	3.8	10.1	Sp 5	Sc. acutus f. alternans	21	0.02	0.9	1.7	Sp 1
Nitzschia longissima	29	0.01	0.4	1.7	Nv 2	Scenedesmus peccensis	13	0.02	1.7	1.7	Sp 7
Nitzschia intermedia	33	0.10	2.7	6.4	Sp 3	Scenedesmus spinosus	29	0.02	0.6	1.7	Sp 7
Coconeis placentula	13	0.02	1.1	2.6	J1 2	Scenedesmus granulatus	29	0.08	2.3	5.2	Sp 5
* Pinnularia sp.	8	0.02	1.5	2.9	Sp 5	Coenedesmus sp.	17	0.02	1.2	2.6	Sp 3
EUGLENACEA						DINOFITOPHYTES					
Euglena sp1.	54	0.13	2.0	5.2	Nv 7	Gymnodinium lacustre	33	0.04	0.9	1.7	Sp 6
Euglena sp2.	17	0.01	0.6	1.2	J1 4	CRYPTOPHYTES					
CHLOROPHYTES						* Rhodomonas sp.	88	1.30	12.7	37.9	Sp 3
Ankistrodesmus gracillius	17	0.33	1.4	2.6	Sp 6	Chroomonas sp.	17	0.09	4.5	10.4	Sp 4
Ankistrodesmus bibrarianus	29	0.03	0.8	1.7	5 15	BACTERIAS					
Monoraphidium griffithii	29	0.02	0.5	1.2	Nv 5	* Gr. Blastocaulis-Planctomyces	96	2.53	22.7	102.2	J1 1
Monoraphidium pusillum	71	0.24	2.9	13.8	Sp 7	* Bac. deslizantes y envainadas	100	23.60	202.8	650.9	J1 4
Monoraphidium contortum	25	0.02	0.5	1.7	Sp 1	Pasteuria ramosa	33	0.06	1.4	3.5	Nv 5
Monoraphidium minutum	54	0.18	2.8	6.4	Nv 7	* Bacterias filamentosas	100	27.27	234.3	555.7	Sp 6
Monoraphidium braunii	46	0.08	1.4	5.7	Nv 8						

FITOPLANCTON 21 SEPTIEMBRE 1982



FITOPLANCTON 4 NOVIEMBRE 1982



FITOPLANCTON 27 JULIO 1982

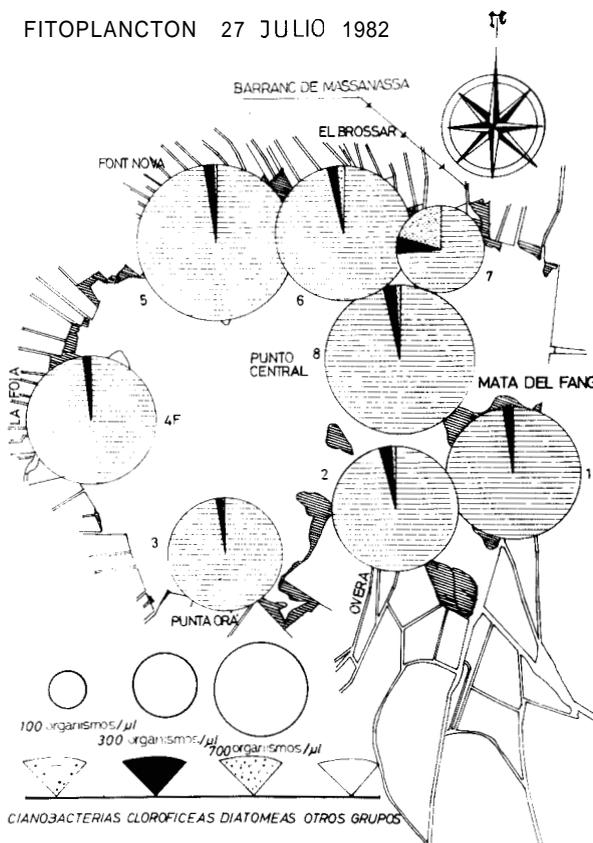


Figura 6 - Distribución espacial de la densidad de población total del fitoplancton (el número de Organismos/l es proporcional al área del círculo) y contribución relativa de los grupos mayoritarios en las fechas indicadas.

Spatial distribution of total population density of phytoplankton (the number of organisms/l is proportional to the circle area) and relative contribution to the main groups in the indicated dates.

3.- Heterogeneidad espacial y temporal de las comunidades fitoplanctónicas.

Del análisis de correlación aplicado a los recuentos del fitoplancton se deduce que existen tres comunidades o asociaciones de especies algales (Fig. 5):

Una primera constituida en su mayoría por cianobacterias, en la que se encuadran *Oscillatoria* gr. *redekei*, *Lyngbya contorta* y diferentes grupos de bacterias fuertemente correlacionadas entre sí. También pertenecen a esta asociación otras cianobacterias como *Anabaenopsis circularis* y *Chroococcus minutus*, y la cloroficea indicadora de aguas contaminadas *Tetraedron minimum*.

La segunda comunidad constituida por *Stephanodiscus hantzschii*, *Chroococcus planctonicus*, *Scenedesmus ecornis*, *Pinnularia sp.*, *Merismopedia tenuissima* y *Rhodomonas sp.*

La tercera comunidad consta fundamentalmente de *Cyclotella glomerata*, *Nitzschia palea v. tenuirostris* y especies de *Scenedesmus*

Además, estas tres asociaciones se hallan relacionadas ligeramente entre sí, pues existen especies que se incluyen simultáneamente en más de una de ellas, si bien las tres asociaciones se definen lo suficiente.

Como consecuencia de la mencionada estructuración del fitoplancton se pueden distinguir en la Albufera tres zonas principales:

1) La zona del Barranc de Massanassa (est. 7) que destaca claramente como diferente de todas la demás, caracterizada por el grupo de asociación tercero y por ser la localidad donde se encuentran más especies de euglenales.

2) El sector Norte de la Albufera al Oeste del Barranc de Massanassa (ests. 5 y 6) presentando muchas afinidades con la primera zona descrita, pero que podríamos considerar caracterizado por la comunidad segunda.

3) El resto de la Albufera, donde predomina absolutamente el primer grupo de asociación, grupo que en realidad domina en todo el lago, pero que en esta zona totaliza más del 90% de la población.

La figura 6 registra la diferente distribución de los grupos algales en los distintos puntos e ilustra acerca de la gran dominancia de las cianobacteria. Sin embargo, en la estación 7 su dominancia nunca excede el 75%. Puede observarse también la distinta variación en el tiempo de las tres estaciones del Norte (ests. 5, 6 y 7) con respecto a las demás, que podríamos resumir en dos puntos:

1) De julio a septiembre se observa una disminución de la abundancia de cianobacterias que dejan de totalizar el 90% del fitoplancton, disminución que resulta especialmente marcada en las estaciones del Norte (5, 6 y 7), donde son reemplazados por diatomeas. Sin embargo, en las restantes localidades la disminución no es tan manifiesta, contrarestando con un aumenro de las clorofíceas.

2) De Septiembre a Noviembre sucede lo inverso, ya que en las estaciones 1, 2, 3, 4 y 8 disminuyen las clorofíceas en favor de un aumento de las diatomeas, mientras que en las estaciones del Norte (5, 6 y 7) se

tiende a experimentar un descenso en el porcentaje de las diatomeas en favor de las clorofíceas, muy claramente marcado en la estación 7.

Todo esto podría significar una respuesta a entradas de agua en la laguna, con el consiguiente descenso de la mineralización y aumento de la turbulencia, condiciones estas favorecedoras del crecimiento de las diatomeas. En Septiembre, con apertura de las compuertas que regulan el nivel del lago, acorde con el cultivo del arroz, se produce un flujo de agua cuya mayor intensidad radica en el sector Norte de la laguna, lo que consecuentemente induce un crecimiento de las diatomeas (est. 7) y de las clorofíceas (est. 5 y 6). En Noviembre, tras las inundaciones catastróficas del 20 de Octubre de 1982, que supusieron una fuerte entrada de agua por la zona Sur, se aprecia también un aumento de las diatomeas, esta vez en las estaciones 2 y 3, que fueron las más afectadas por dicha entrada de agua.

CONSIDERACIONES FINALES

La Albufera de Valencia presenta una densidad fitoplanctónica muy elevada que supera siempre los 200.000 individuos/ml y llega, en muchas ocasiones, a superar el millón de ind./ml (el máximo medido en este estudio es de 1.750.000 ind./ml). Su biomasa es en la mayoría de las ocasiones superior a 100 g/m³ y en varias localidades alcanza valores superiores a los 200 g/m³ (el máximo medido es de 276 g/m³).

La clorofila *a* es siempre superior a 100 mg/m³ y la mayoría de localidades presenta valores superiores a 400 mg/m³ (el máximo medido es de 646 mg/m³). En el estudio del fitoplancton de los embalses españoles (Margalef, 1977) se llegó a la conclusión de que aquellos embalses cuya eutrofia era más extrema podían llegar a soportar poblaciones del orden de 200.000 ind./ml que corresponderían a 100 mg/m³ de clorofila *a*. Barica (1980) define los lagos hipertróficos como el último estadio de la eutrofización y se refiere a los lagos hipertróficos extremos como aquellos en que se sobrepasan los 100 mg/m³ de clorofila *a* o los 100 g/m³ de biomasa algal. La Albufera sobrepasa en mucho estos valores y los correspondientes a los lagos y embalses, situandose por estos y otros parámetros entre los sistemas más eutróficos del mundo.

También señalaremos que el plancton vegetal que ocupa la Albufera en la actualidad se diferencia en

mucho del que la poblara años atrás, cuando no había alcanzado tan alto grado de eutrofia, entonces la flora planctónica dominante estaba constituida principalmente por diatomeas (Pardo, 1942), mientras que ahora aquellas poblaciones han sido reemplazadas en gran medida por especies de cianobacterias. El avance en esta tendencia supone la continua desaparición de especies, compensada por la aparición de solo unas pocas que se hacen dominantes, todo ello de forma paralela a como se avanza en el vertido incontrolado de deshechos al lago.

Las cianobacterias dominan el fitoplancton de la Albufera, del que llegan a constituir hasta el 95% del número de individuos, excepto en las estaciones de la zona Norte, que albergan comunidades con un mayor número de diatomeas que llegan incluso a superar a las cianobacterias en algún momento. Esta zona se diferencia también del resto de la laguna en ciertos caracteres químicos del agua, resultando un dato muy aparente su tendencia a un mayor grado de salinidad (Oltra y Miracle, 1984). Entre las causas para estas diferencias, cabe destacar el hecho de que las estaciones del Norte son puntos cercanos a los aportes de agua procedente de la cuenca del Turia, mientras que las zonas Oeste y Sur están más relacionadas con las procedentes del Júcar.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado gracias a las facilidades prestadas por el Excmo. Ayuntamiento de Valencia y a la subvención otorgada por la CAICYT (proyecto nº 915/81).

BIBLIOGRAFIA

- Barica, J. 1980. Why hypertrophic Ecosystems? In *Hypertrophic Ecosystems* (Barica, J. y L.R. Mur eds.) DH 2. Junk. The Hague, 348 págs.
- Blanco, C. 1975. 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.
- Dafauce, C. 1975. La Albufera de Valencia. Un estudio piloto. *Monografías ICONA*, 4 Madrid. 127 págs.
- Lorenzen, C.J. 1967. Determination of chlorophyll and pheopigments: spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr.*, 12: 343-348.
- Margalef, R.; Planas, D.; Armengol, J.; Vidal, A.; Prat, N.; Guiset, A.; Toja, J. y Estrada, M. 1977. *Limnología de los embalses españoles*. Ministerio de Obras Públicas. Madrid. 452 pp.
- Margalef, R. 1980. *Ecología Omega*. Barcelona 951 pp.
- Oltra, R. y M.R. Miracle. 1984. Comunidades zooplanctónicas de la Albufera de Valencia *Limnetica* 1: 51-61
- Palmer, M.C. 1959. *Algas en abastecimientos de agua*, Interamericana. MEXICO. 91 págs.
- Pardo, L. 1942. La Albufera de Valencia. Estudio Limnográfico, biológico, económico y antropológico. *Bol. Inst. Forestal Inv. y Exper.* 163 págs
- Planas, M.D. 1973. Composición, ciclo y productividad del fitoplancton del lago de Bayoles. *Oceanología Aquática*, 1: 3-106.
- Rosello, V.M. 1979. Els espais albuferencs del País Valencià. *Acta Geològica Hispànica*, 14: 487-493.
- Shoaf, W.T. & B.W. Liem 1976. Improved extraction of chlorophyll a and b from algae using dimethyl-sulphoxide. *Limnol. Oceanogr.* 21: 926-928.
- Strickland, J.D.H. & T.H. Parsons 1972. *A practical handbook of seawater analyses*. 2nd ed. *Bull. Fish. Res. Bd. Canadá*. 167 págs.
- Toja, J. 1980. *Limnología del embalse de La Minilla durante 1976*. I. Ciclo del fitoplancton en relación con los factores del medio. *Oceanología Aquática*, 4: 71-88.
- Vollenweider, R.A. 1974. *A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments*. IBP Handbook No. 12 Blackwell Oxford. 225 pp.