

DINÁMICA DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA DE UNA LAGUNA SOMERA (PADUL, GRANADA)

C. Pérez Martínez¹ & P. M. Sánchez Castillo²

1. Departamento de Biología Animal, Ecología y Genética. Facultad de Ciencias. Avda. Fuentenueva, s/n. 18071 Granada.

2. Departamento de Biología Vegetal. Facultad de Ciencias. Avda. Fuentenueva, s/n. 18071 Granada.

RESUM

En l'estudi de les característiques físico-químiques i del fitoplàncton d'aquesta llacuna es diferencien dos períodes al llarg del cicle anual. Respecte a la composició físico-química, el primer d'ells es defineix per una elevada mineralització, mentre que el segon destaca per la major activitat biològica de la comunitat.

Durant la primavera i l'estiu, els grups dominants del fitoplàncton són clorofícies i diatomees, que presenten densitats cel·lulars baixes. A partir de la tardor predominen les criptofícies, que assoleixen valors molt alts de densitats poblacionals i de concentració de pigments. De forma paral·lela al canvi taxonòmic, es produeix una forta variació en la mida de les espècies, i per tant l'època de tardor i hivern es caracteritzen per una forta dominància de tàxons nanoplànctònics. En aquesta primera aproximació a l'estudi del fitoplàncton de la llacuna, posem de manifest l'existència d'una clara segregació temporal del nanoplàncton i de la fracció de major grandària (plàncton de xarxa).

RESUMEN

En el estudio de las características físico-químicas y del fitoplancton de esta laguna se diferencian dos periodos a lo largo del ciclo anual. Respecto a la composición físico-química, el primero de ellos se define por una elevada mineralización, mientras que el segundo destaca por la mayor actividad biológica de la comunidad.

Durante la primavera y el verano, los grupos dominantes del fitoplancton son clorofíceas y diatomeas, presentando densidades celulares bajas. A partir del otoño predominan las criptofíceas, alcanzando valores muy altos de densidades poblacionales y de concentración de pigmentos. De forma paralela al cambio taxonómico, se produce una fuerte variación en el tamaño de las especies, caracterizándose la época de otoño e invierno por una fuerte dominancia de taxones nanoplánctónicos. En esta primera aproximación al estudio del fitoplancton de la laguna, ponemos de manifiesto la existencia de una clara segregación temporal del nanopláncton y de la fracción de mayor tamaño (pláncton de red).

ABSTRACT

There have been performed samplings for an annual cycle in a shallow lake placed in the Depression of Padul (Granada). Its waters are highly mineralized, strongly buffered. It shows two periods of thermal stratification where clinograde curves of oxygen develop.

In the phytoplankton current study, can be observed two periods which differ both in the specific composition as well as in the density of population. The first one comprises the spring and summer seasons when takes place the unfolding of diatoms and cloroficeans, mainly. In the second period the dominant group are criptoficeans. This change is also noticed in the species size from autumn on the phytoplanktonic community is dominated by nanoplanktonics species with a high density of population whereas in the previous period the species were of a bigger size and were scattered represented.

The differences in the phytoplanktonic composition can be defined by the diverse physico-chemical characteristics of the water in both periods, as suggests a principal component analysis made on the whole physico-chemical variables.

Key words: nanoplankton, phytoplankton dynamics, phytoplankton structure, shallow lake, water characteristics.

INTRODUCCIÓN

Debido tanto al escaso conocimiento de la composición específica y de la variación estacional del fitoplancton de nuestras masas de agua continentales, como al peligro de desecación o bruscas alteraciones que sufren muchas de ellas, creemos prioritaria la realización de estudios encaminados a obtener un conocimiento lo más amplio posible de sus comunidades.

Además de la observación estricta de la sucesión estacional, el estudio de un ciclo anual nos permite poner de manifiesto diferencias estacionales no taxónomicas que en definitiva afectan a la biomasa de las distintas especies. Como indica Lewis (1976), los constituyentes del fitoplancton sufren la presión selectiva del medio, por lo que su morfología estará determinada, sobre todo, en base a su eficacia. En este sentido pensamos que las características físico-químicas, así como los procesos de depredación y sedimentación serán los que afecten más directamente a la selección de las especies de cualquier medio. Bajo este enfoque cabe destacar, en la laguna estudiada, la enorme importancia de la fracción nanoplancónica en determinadas épocas del año, la cual puede estar directamente relacionada con los valores de nutrientes.

Hasta la actualidad, los estudios limnológicos realizados en la depresión de Padul se han centrado en dos reductos lagunares, denominados en otras publicaciones P-0 y P-1, dedicándonos en esta ocasión al estudio de la laguna P-0. Tales publicaciones se han centrado fundamentalmente en la caracterización físico-química del agua (Cruz Pizarro et al., 1984; Carrillo et al., 1986a), así como en el estudio de la comunidad zooplanctónica (Carrillo et al., 1986b).

DESCRIPCIÓN DEL MEDIO

La depresión de Padul es una cuenca endorreica que sufrió un proceso de colmatación por materiales detríticos y turba, durante el Cuaternario (Villegas, 1967). En la actualidad, debido a este proceso y a la desecación de la cuenca por el hom-

bre, sólo quedan algunos reductos lagunares rodeados por zonas de cultivo, extracciones de turba y explotaciones ganaderas.

La laguna estudiada se sitúa al sur de esta depresión, junto a la turbera del Agía, actualmente en explotación. Se trata de una pequeña laguna de forma subcircular con una superficie de una hectárea aproximadamente y 2,5 metros de profundidad máxima. Presenta una abundante vegetación litoral, constituida principalmente por *Phragmites communis* y *Typha latifolia*, siendo más frecuente el primero.

La laguna se encuentra sometida a una serie de presiones externas entre las que cabe destacar los vertidos procedentes de explotaciones ganaderas, así como la extracción de agua para abastecer los cultivos cercanos; este último hecho, junto a la climatología regional, produce fuertes variaciones en el volumen de agua.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los muestreos se realizaron con periodicidad aproximadamente quincenal, entre los meses de abril de 1984 y abril de 1985. Las muestras se tomaron en el punto de máxima profundidad de la laguna, a intervalos de 0,5 m. desde superficie a fondo, mediante botellas de tipo Van Dorn de 8 litros de capacidad.

La temperatura y el pH del agua se midieron in situ con autoanalizador ambiental Hydrolab 4041. La visibilidad de la columna de agua se estimó mediante el disco de Secchi. El análisis del resto de los parámetros químicos (reserva alcalina, nutrientes, silicatos, cloruros y cationes) se realizó siguiendo los métodos expuestos en Golterman (1969), Rodier (1981) y Strickland & Parson (1965).

Para el estudio del fitoplancton se tomaron submuestras de 100 ml que eran fijadas inmediatamente con una solución de Lugol acético. El recuento se realizó en cámaras de sedimentación utilizando el microscopio invertido a 400 aumentos, siguiendo las recomendaciones de Utermohl (1958). Para el análisis de pigmentos se filtró un volumen de agua entre uno y dos litros a través de un filtro Whatman GF/C, realizando la extracción en metanol. La expresión utilizada para el cálculo de la concentración de clorofila-a fue la de Talling & Driver (1963).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización físico-química

El comportamiento térmico de la laguna a lo largo de este ciclo anual, con dos períodos de mezcla vertical y dos de estratificación, permite asemejarla a un lago dimíctico cálido. Sin embargo, debido a la escasa profundidad de esta masa de agua, llama la atención la existencia de estos períodos de estratificación, ya que, en lagunas tan someras, fenómenos como el viento pueden causar una rápida mezcla en todo el perfil vertical.

Tabla 1. Valores medios, mínimos y máximos de los parámetros físicos y químicos estudiados.

		Media	Mínimo	Máximo
Temperatura	(°C)	16,96	5,00	26,30
Oxígeno	(mg/l)	4,08	0,00	11,40
pH		7,40	6,00	7,95
Alcalinidad	(meq/l)	7,60	6,02	9,39
Potasio	(meq/l)	0,53	0,12	1,03
Sodio	(meq/l)	5,31	0,77	12,75
Calcio	(meq/l)	20,59	9,28	54,35
Magnesio	(meq/l)	60,54	19,20	152,85
Cloruros	(meq/l)	244,90	115,02	377,01
Nitratos	(µg/l)	250,00	0,00	850,00
Nitritos	(µg/l)	2,40	0,00	12,00
Amonio	(µg/l)	150,00	0,00	1828,00
Ortofosfatos	(µg/l)	22,00	0,00	43,00
Silicatos	(µg/l)	1,52	0,22	6,71

La concentración de oxígeno disuelto sigue, en líneas generales, un comportamiento similar al de la temperatura, presentando curvas clinógradas de oxígeno durante los periodos de estratificación térmica. Sus máximas concentraciones (Tabla 1) se observaron en otoño e invierno, situaciones que se corresponden con las máximas densidades fitoplanctónicas y con el período de temperaturas más bajas.

Los valores de alcalinidad medidos en esta laguna son muy altos, oscilando entre 6,02 y 9,39 meq/l., considerablemente superiores a los citados para lagos situados sobre sustrato calizo (Camps et al., 1976; Planas, 1973) y embalses (Margalef et al., 1976; Moyá & Ramón, 1981), los cuales se deben principalmente a los bicarbonatos. Las aguas de la laguna son fuertemente tamponadas, existiendo una escasa variación en los valores de pH que siempre se mantienen cercanos a la neutralidad.

Las concentraciones de cationes son extremadamente altas en el caso del calcio y el magnesio (Tabla 1), superando incluso a las medidas en lagunas litorales (Comín, 1984; López, 1984; Serra et al., 1984). Según los valores de cloruros, relativamente altos, la laguna puede clasificarse como oligohalina (Margalef, 1983).

Los nutrientes, compuestos de nitrógeno y fósforo, presentan en conjunto una evolución similar. Los valores más altos se producen en otoño e invierno, coincidiendo con la máxima densidad fitoplanctónica, y los mínimos durante primavera y verano. Se observa una distribución más o menos homogénea en el perfil vertical, excepto en el amonio donde se producen fuertes incrementos en el fondo durante el período anóxico. La concentración de fósforo reactivo soluble presenta valores altos, entre 10 y 40 µg/l en la mayor parte de los muestreos, similares a los encontrados en otros sistemas eutróficos. Al igual que en el amonio, aunque en

menor medida, se observa un aumento en la concentración de fósforo en el fondo de la laguna durante el período de anoxia.

Se ha realizado un análisis de componentes principales sobre el conjunto de las variables físico-químicas estudiadas, cuyos tres primeros ejes absorbieron el 68,3% de la varianza total.

El primer eje presenta correlación positiva con temperatura, calcio, magnesio, sodio y cloruros. Su significado puede estar correlacionado con procesos de mineralización. El segundo eje está regido por los valores de oxígeno y pH, ambos con carga positiva. Éste pudiera estar relacionado con los procesos de producción primaria.

En la Fig. 1 se ha representado la proyección de las fechas y profundidades de muestreo sobre los ejes I y II, de esta forma podemos apreciar las diferencias existentes en la composición físico-química de las aguas en las distintas épocas.

La mayoría de los muestreos correspondientes a primavera y verano se sitúan en la zona positiva del eje I; ésta se corresponde con períodos de fuerte mineralización y elevadas temperaturas. Por el contrario las muestras en las que los procesos de producción fueron más importantes, las de otoño e invierno, se sitúan en la zona positiva del eje II y negativa del I, definida fundamentalmente por oxígeno y pH, parámetros directamente influenciados por la actividad biológica del fitoplancton.

Fitoplancton

Las poblaciones de las distintas especies de fitoplancton de esta laguna apenas muestran diferencias significativas en su distribución en la columna de agua; éstas sólo son detectables en aquellos taxones de naturaleza bentónica como *Navicula oblonga*, *Nitzschia spectabilis*, etc..., por lo que en la Tabla 2 se ofrecen los valores medios de la columna de agua de las principales especies.

Composición específica y variación estacional

Como se puede observar en la Fig. 2a la composición específica del fitoplancton presenta dos períodos claramente diferenciados; desde primavera hasta otoño las diatomeas y clorofíceas son los grupos taxonómicos dominantes y, a partir de entonces se produce un brusco cambio, pasando a ser las criptofíceas la fracción mayoritaria de la taxocenosis fitoplanctónica.

Este llamativo cambio en la composición específica se corresponde con similares diferencias en cuanto al tamaño de las distintas especies. Al representar la proporción de individuos mayores y menores de 20 μm (Fig. 2b) puede comprobarse que estas dos fracciones se compartimentan en el tiempo de forma clara, desarrollándose fundamentalmente el nanoplancton durante el otoño e invierno. Las especies mejor representadas durante esta época (Fig. 3) son, entre las clorofíceas *Closteriopsis acicularis* y *Clamydomonas sp.*, y otras de géneros *Scenedesmus* y *Monoraphidium*; entre las diatomeas destacan *Synedra acus* y *S. tabulata*, así

como *Achnanthes minutissima* y *Navicula oblonga*. Este período se caracteriza por un elevado número de especies pero escasamente representadas y de forma equitativa, hecho que va a traducirse en unos valores de diversidad elevados (3 bits/individ.).

La aparición y desarrollo de toda esta serie de taxones que forman la comunidad de primavera y verano coincide con unas características físico-químicas del agua bastante definidas. Como se puede observar en la Fig. 1, las fechas de muestreo correspondientes a primavera y verano se sitúan en la zona más positiva del

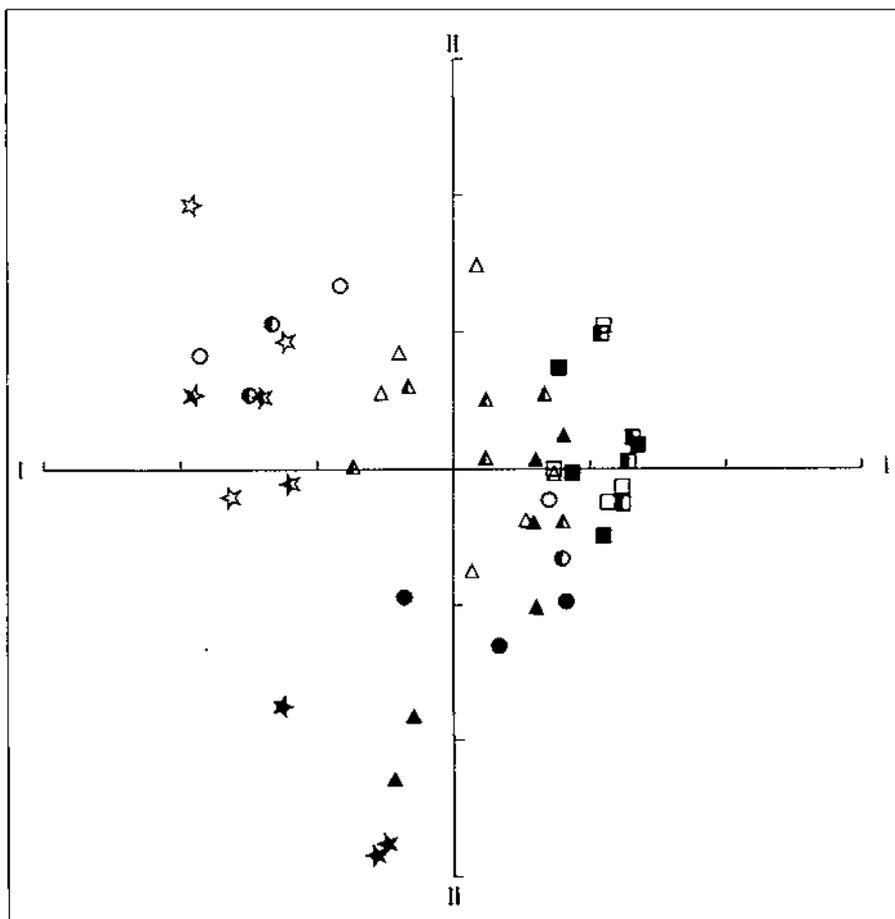


Figura 1. Proyección sobre los ejes I y II de componentes principales de las distintas fechas y profundidades de muestreo, \triangle Primavera superficie. \blacktriangle Primavera medio. \bullet Primavera fondo. \square Verano. \circ Otoño. \star Invierno

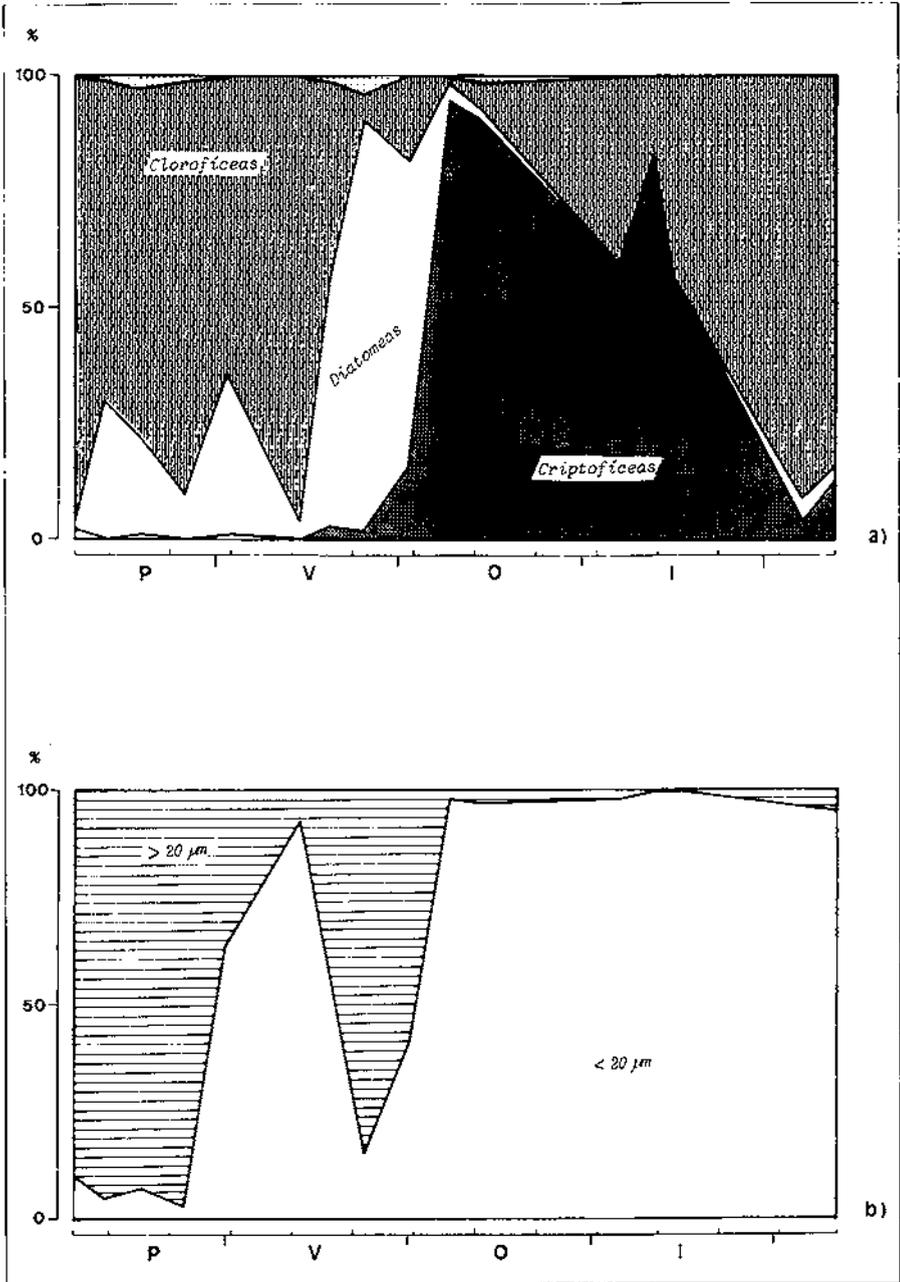


Figura 2. a) Evolución estacional de la composición específica del fitoplancton de la laguna. b) Proporción entre las distintas clases de tamaño. P-Primavera; V-Verano; O-Otoño; I-Invierno.

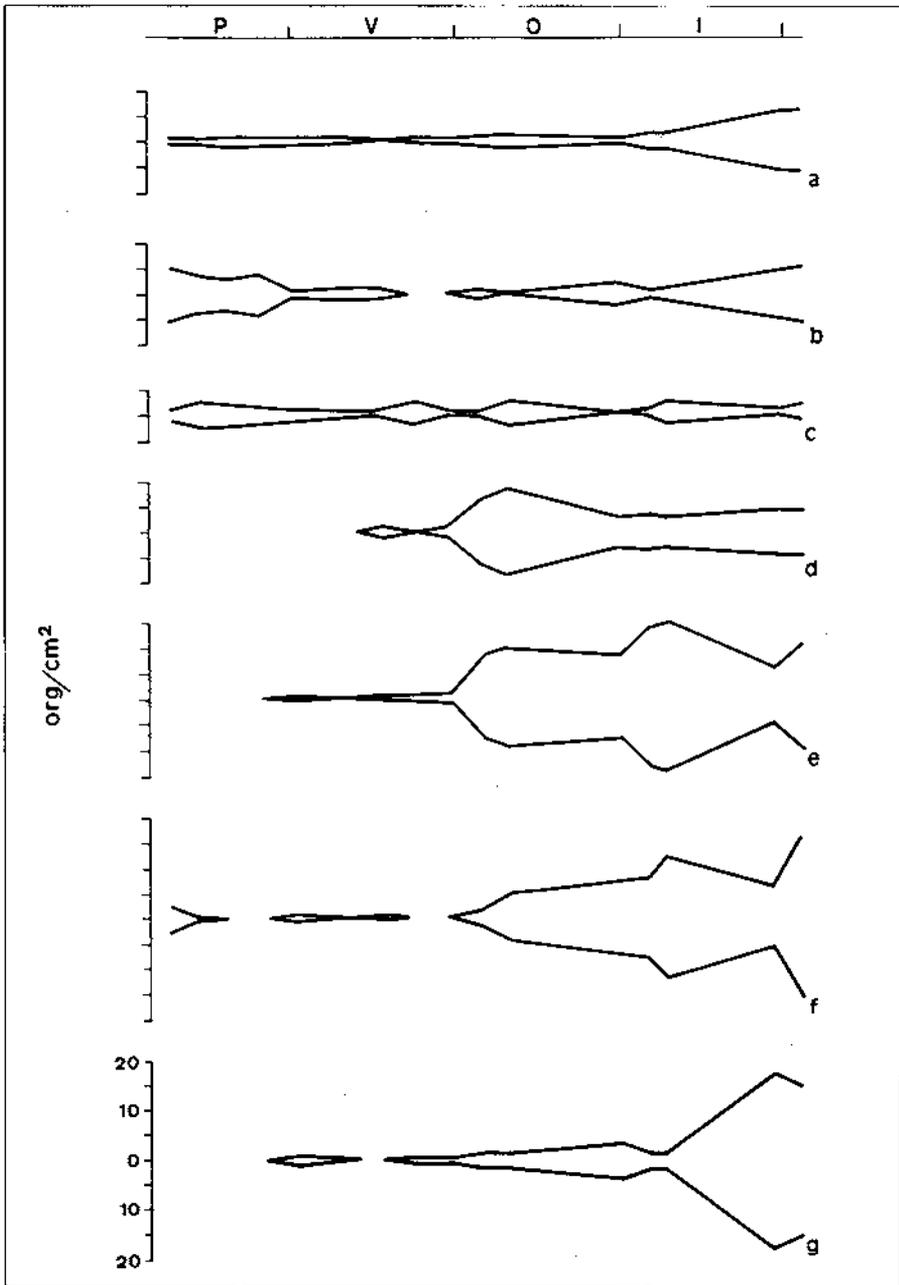


Figura 3. Evolución de la abundancia en la columna de agua de las principales especies. a) *Monoraphidium contortum*. b) *Closteriopsis acicularis*. c) *Navicula oblonga*. d) *Cryptomonas erosa*. e) *Rhodomonas* sp. f) *Clamydomonas* sp. g) *Monoraphidium minutum*.

Tabla 2. Valores medios de abundancia, expresados en cel/ml, de las principales especies en los distintos días de muestreo

	1984												1985			
	13-IV	28-IV	16-V	7-VI	27-VI	4-VIII	20-VIII	6-IX	27-IX	19-X	3-XI	11-I	28-I	8-II	12-IV	27-IV
<i>Oscillatoria articulata</i> Gard.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	41	—	—	—	—	—
<i>Oscillatoria pseudogeminata</i> Schumid	—	4	9	7	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenb.	—	—	—	—	—	—	1	—	1	896	1816	120	187	79	308	287
<i>Rhodomonas</i> sp.	1	—	—	—	1	—	2	2	11	1307	2610	2177	11528	11993	841	4507
<i>Euglena</i> sp.	1	1	2	—	1	—	1	1	1	2	—	—	—	2	9	38
<i>Lepocircus ovum</i> (Ehrenb.) Lemm.	—	2	2	—	—	—	—	—	—	3	21	—	—	—	—	—
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	1	1	1	1	4	2	8	2	4	14	1	—	17	34	1497	1145
<i>Cyclotella</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	2	—	—	—	1	1	7	6	2	—	—	—	—	—	—	—
<i>Synedra acus</i> Kütz.	3	4	1	2	4	3	7	10	25	7	3	4	4	6	10	15
<i>Synedra tabulata</i> (Ag.) Kütz.	2	7	4	5	4	—	1	1	2	1	4	2	10	8	13	22
<i>Synedra rumpens</i> Kütz.	1	1	1	1	2	1	4	4	3	13	2	—	2	2	1	1
<i>Achnanthes minutissima</i> Kütz.	3	1	2	1	3	2	2	3	2	—	2	—	2	5	1	2
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenb.	1	1	2	1	—	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz. var. <i>cryptocephala</i>	—	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	2	5	—	2
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz. var. <i>venata</i> (Kütz.) Grun.	1	1	—	—	1	1	1	1	1	31	1	1	—	—	—	—
<i>Navicula oblonga</i> Kütz.	7	78	44	28	12	3	5	57	1	—	61	—	—	66	2	26
<i>Cymbella minuta</i> Hilse ex Rabh.	2	1	1	2	2	3	3	2	2	1	—	—	—	—	—	—
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenb.) Grun.	1	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—
<i>Nitzschia amphibia</i> Grun.	1	—	—	—	—	—	1	1	1	4	—	—	—	—	—	—
<i>Nitzschia spectabilis</i> (Ehrenb.) Ralfs	—	16	2	3	1	1	1	1	—	—	3	—	—	—	—	—
<i>Chlamydomonas</i> sp.	90	2	1	—	1	—	1	—	—	9	279	1372	1946	6714	1435	17067
<i>Oocystis</i> sp.	—	—	—	—	—	258	21	—	7	2	34	—	—	—	2436	421
<i>Glosteropsis acicularis</i> (GM Smith) Belch & Swale	931	350	195	402	3	15	7	—	1	2	—	50	2	8	407	658
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thum.) Kom.-Legn.	2	2	11	9	8	2	1	2	3	6	10	1	12	15	729	796
<i>Monoraphidium minutum</i> (Näg.) Kom.-Legn.	—	—	—	—	26	1	1	1	1	3	11	16	183	464	20746	13071
<i>Dyctiosphaerium pulchellum</i> Wood	—	9	4	—	4	2	8	3	—	—	—	—	—	—	175	759
<i>Scenedesmus ecoris</i> (Ehrenb.) Chod.	1	2	6	2	5	126	2	1	2	18	35	—	3	1	14	57
<i>Scenedesmus</i> sp.	4	3	3	3	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Bréb.	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Núm. total de células	1062	493	299	479	102	428	95	114	83	2339	4952	3915	14179	19424	28630	39377

eje I, caracterizada por una elevada mineralización, mientras que los nutrientes se mantienen en unos valores medios.

La presencia de diatomeas en los períodos de máxima mineralización ha sido puesta de manifiesto por distintos autores (Bozniak & Kennedy, 1986; Planas, 1973; Sechi, 1983) así como la de clorofíceas durante el período de máximas temperaturas (Campos, 1984; Comín, 1984; Munawar & Munawar, 1981).

Desde comienzos de otoño se produce un importante cambio, tanto cuantitativo como cualitativo, en el fitoplancton. Se desarrollan entonces las especies que van a dominar la comunidad durante otoño e invierno (Fig. 3): *Cryptomonas erosa* y *Rhodomonas sp.* Sólo al final del período de estudio, cuando comienza la primavera, éstas son sustituidas por clorofíceas, principalmente *Clamydomonas sp.* y *Monoraphidium minutum*.

Estas cuatro especies presentan una sucesión muy clara (Fig. 4).

El máximo anual de *Cryptomonas erosa*, durante el otoño, coincide con el incremento inicial de *Rhodomonas sp.*, que después de un crecimiento uniforme produce su máximo poblacional en invierno, época en la que se inicia un fuerte incremento de *Clamydomonas sp.* y *Monoraphidium minutum*, las cuales alcanza-

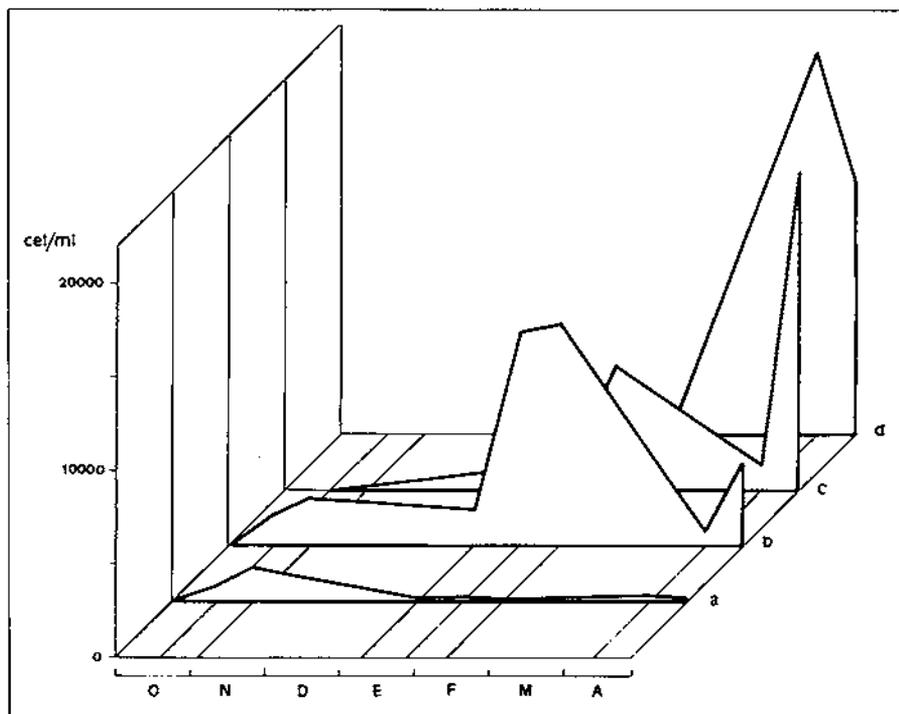


Figura 4. Evolución estacional de las principales especies nanoplácticas. a) *Cryptomonas erosa*. b) *Rhodomonas sp.* c) *Monoraphidium minutum*. d) *Clamydomonas sp.*

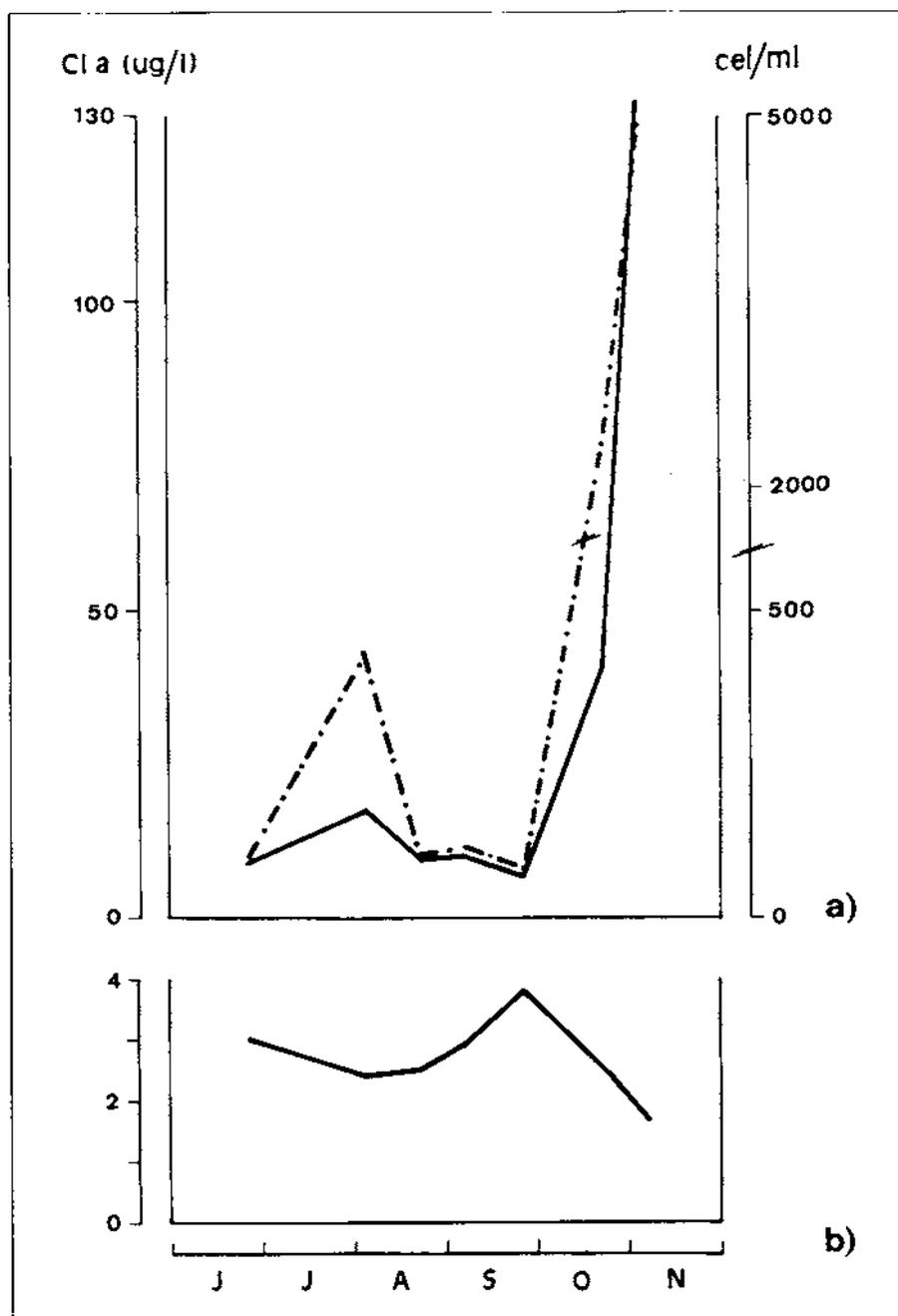


Figura 5. a) Relación entre la concentración de clorofila-a y la densidad fitoplanctónica en varios muestreos (— Cl-a; - - - cel/ml). b) Variación de los valores del índice de Margalef.

rán sus máximos a principios de la primavera. Como consecuencia del incremento poblacional de estos taxones los valores del índice de diversidad disminuyen, alcanzando un mínimo de 1,00 bits/individ.

Al igual que en el período anterior, también en la época de otoño e invierno las características físico-químicas del agua se encuentran bien definidas. Al ordenar las fechas de muestreo sobre los dos primeros ejes de componentes principales (Fig. 1) vemos como éstas se sitúan en la zona más positiva del eje II, caracterizada por una elevada concentración de oxígeno, bajos valores de nutrientes y escasa mineralización.

La aparición y dominancia de las especies nanoplanctónicas durante la época en que las condiciones son más desfavorables, puesto que los nutrientes alcanzan los valores más bajos, podría explicarse por la movilidad de estas pequeñas especies. La posible migración de las criptofíceas, puesta de manifiesto por autores como Ilmavirta, (1974) y Martínez, (1981) permite el movimiento de éstas a las capas más profundas de esta laguna, las más ricas en nutrientes durante este tiempo, como se ha sugerido repetidas veces (Margalef, 1983).

Estima de la biomasa

El número total de células de fitoplancton experimentó una manifiesta variación a lo largo del ciclo anual (Tabla 2). Durante primavera y verano las densidades celulares no superaron las 100 cel/ ml, experimentando un incremento sucesivo a partir de otoño, llegando a medirse cerca de 40000 cel/ml al final del período estudiado.

Es interesante relacionar la densidad poblacional con los valores de clorofila-a en la época de cambio (Figura 5), ya que se observa la existencia de una estrecha relación entre ambos parámetros, de forma que se produce un incremento considerable en la concentración de clorofila-a en otoño, alcanzándose valores de 132,8 µg/l., mientras que en épocas anteriores su concentración permanecía relativamente baja.

El índice de Margalef disminuye su valor cuanto más activa es la comunidad, debido a que en esta situación es mayor la proporción de clorofila-a. Este índice presenta una evolución contraria a los valores de clorofila-a y densidades celulares en esta laguna. Se puede ver en la Fig. 5 cómo alcanza los valores mínimos a partir de otoño, cuando la comunidad se encuentra en una fase de crecimiento muy activa, situándose los valores entre 1,4 y 2,4, normales para lagos eutróficos (Margalef, 1980).

Bibliografía

- BOZNIAK, E.G. & KENNEDY, L.L. (1968). Periodicity and ecology of phytoplankton in an oligotrophic and eutrophic lake. *Canadian Journal of Botany*, 46: 1259-1272.
- CAMPOS, H. (1984). Limnological study of Araucanian lakes (Chile). *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 22: 1319-1327.

- CAMPS, J.; GONZALVO, I.; GUÉLL, J.; LÓPEZ, P.; TEJERO, A.; TOLDRA, X.M.; VALLESPINOS, F. & VICENS, M. (1976). El lago de Montcortés, descripción de un ciclo anual. *Oecología acuática*, 2: 99-110.
- CARRILLO, P.; CRUZ PIZARRO, L. & MORALES, R. (1986a). Limnología de la laguna del Agía (Depresión del Padul, Granada). I. Características físico-químicas. Ciclo anual. *Actas del II Simposio sobre el Agua en Andalucía*. Vol. II: 41-56.
- CARRILLO, P.; CRUZ PIZARRO, L. & MORALES, R. (1986b). Limnología de la laguna del Agía (Depresión del Padul, Granada). II. Comunidad zooplanctónica. *Actas del II Simposio sobre el Agua en Andalucía*. Vol II: 57-70.
- COMÍN, A. (1984). Características físicas y químicas y fitoplancton de las lagunas costaneras Encañizada, Tancada y Buda (Delta del Ebro). *Oecología acuática*, 7: 79-162.
- CRUZ PIZARRO, L.; CANTERAS, J.C.; MORALES, R.; ROPERO, L. & VÍLCHEZ, A. (1984). Características físicas y químicas de dos lagunas de turbera de la Depresión del Padul (Granda). *Limnética*, 1(1): 96-101.
- GOLTERMAN, H.L. & CLYMON, R.S. (1969). *Methods for chemicals analysis of fresh-water*. I.B.P. Hand Book nº 8. Blackwell. Oxford.
- ILMAVIRTA, V. (1974). Diel periodicity in the phytoplankton community of the oligotrophic lake Pajjarvi, southern Finland. *Ann. Bot. Fennici*, 9: 77-84;
- LEWIS, W. M. (1976). Surface / volume Ratio: Implications for phytoplankton morphology. *Science*, 192: 885-887.
- LÓPEZ LASHERAS, P. (1984). Aguas salinas epicontinentales próximas a la costa mediterránea española. Estudio del medio. *Intercanvi Científic i Extensió Universitària*, Universitat de Barcelona.
- MARGALEF, R. (1974). *Ecología*. Omega. Barcelona.
- MARGALEF, R. (1983). *Limnología*. Omega. Barcelona.
- MARGALEF, R.; PLANAS, D.; ARMENGOL, J.; VIDAL, A.; PRAT, N.; GUISSSET, A.; TOJA, J. & ESTRADA, M. (1976). Limnología de los embalses españoles. *Dirección General de Obras Públicas*. MOPU. Madrid.
- MARTÍNEZ, R. M. (1981). Nota sobre la migración vertical diaria de *Rhodomonas minuta* var nanoplanctónica Skuja en la laguna de la Caldera. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 78: 217-221.
- MOYÁ, G. & RAMÓN, G. (1981). Características limnológicas del embalse de Cúber (Mallorca) *Actas del Primer Congreso Español de Limnología*: 83-92.
- MUNAWAR, M. & MUNAWAR, I. (1981). A general comparison of the taxonomic composition and size analysis of the Phytoplankton of the North American Great Lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 21: 1695-1716.
- PLANAS, D. (1973). Composición, ciclo y productividad del fitoplancton del lago de Banyoles. *Oecología acuática*, I: 3-106.
- RODIER, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales*. Omega. Barcelona.
- SECCHI, N. (1983). Lo stato trofico dello stagno di Casaraccio (Sardegna settentrionale). *Boll. Soc. Sci. Nat.*, 22: 177-188.
- SERRA, M.; MIRACLE, R.M. & VICENTE, E. (1984). Interrelaciones entre los principales parámetros limnológicos de la Albufera de Valencia. *Limnética*, I (1): 9-20.
- STRICKLAND, J.D. H. & PEARSONS, T. R. (1965). A manual of sea water analysis. *Fish. Res. Bd.*, Canada.
- TALLING, J.F. & DRIVER, D. (1963). Some problems in the estimation of chlorophyll *a* in phytoplankton. *Conference of Primary Production Measurement Marine an Freshwater*. USAEC.

- UTERMOHL, H. (1958). Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methode. *Mitt Internat. Verein. Limnol.*, 9: 1-38.
- VILLEGAS, F. (1967). La laguna de Padul. Evolución geológico-histórica. *Est. Geogr.* XXVIII.