

## FITOPLANCTON DEL PARQUE NACIONAL LAS TABLAS DE DAIMIEL. II. LAS CIANOFÍCEAS, LOS DINOFLAGELADOS, LAS CRIPTOFÍCEAS, LAS CRISOFÍCEAS Y LAS XANTOFÍCEAS

por

ELIZABETH ORTEGA-MAYAGOITIA & CARMEN ROJO\*

### Resumen

ORTEGA-MAYAGOITIA, E. & C. ROJO (2000). Fitoplancton del Parque Nacional Las Tablas de Daimiel. II. Las cianofíceas, los dinoflagelados, las criptofíceas, las crisofíceas y las xantofíceas. *Anales Jard. Bot. Madrid* 57(2): 251-266.

El Parque Nacional Las Tablas de Daimiel es un humedal semiárido, importante reserva de biodiversidad que, sin embargo, está sufriendo un inexorable proceso de eutrofización. Su estado trófico, así como los cambios hidrológicos (sequía hasta 1996), hacen especialmente interesante el estudio de su microflora. Por ello, se ha llevado a cabo este trabajo sobre las poblaciones fitoplanctónicas en cinco puntos del Parque desde 1996 a 1998, que permite además la comparación con su estado en 1992-1993. Se encontraron 12 táxones de *Cyanophyta*, 4 de *Dynophyceae*, 8 de *Cryptophyceae*, 5 de *Chrysophyceae* y uno de *Xanthophyceae*. Casi todas las especies están citadas en España y son propias de ambientes eutróficos. Los grupos mejor representados fueron las cianobacterias y criptofíceas (*Planktothrix agardhii*, *Anabaenopsis elenkinii* y *Cryptomonas erosa* fueron las especies más conspicuas). Además, se observa un cambio de cianobacterias oscilatorias (en 1992) a nostocales, fijadoras de nitrógeno, propias de la alta contaminación de los últimos años.

Palabras clave: *Cyanophyta*, *Dynophyceae*, *Cryptophyceae*, *Chrysophyceae*, *Xanthophyceae*, eutrofización, humedal, Castilla-La Mancha.

### Abstract

ORTEGA-MAYAGOITIA, E. & C. ROJO (2000). Phytoplankton from the Daimiel National Park. II. Cyanophytes, dinoflagellates, cryptophytes, chrysophytes and xanthophytes. *Anales Jard. Bot. Madrid* 57(2): 251-266 (in Spanish).

Las Tablas de Daimiel National Park is a semiarid wetland that exhibits a high biodiversity but is suffering an inexorable eutrophication process. The study of the phytoplankton in this wetland is interesting because of its hydrological fluctuations (drought period until 1996) and its trophic condition. This paper shows the taxonomy, dynamic, and ecology of microalgae in five areas of the Park from 1996 to 1998, which allow comparisons to be made between the present state and the 1992-1993 period. Twelve taxa of *Cyanophyta*, 4 of *Dynophyceae*, 8 of *Cryptophyceae*, 5 of *Chrysophyceae* and one of *Xanthophyceae* were found. Almost all species have been already cited in Spain and are typical for eutrophic environments. *Cyanophyceae* and *Cryptophyceae* were the most important groups (*Planktothrix agardhii*, *Anabaenopsis elenkinii*, *Cryptomonas erosa* as the most common algae). Moreover, oscillatorial *Cyanophyceae* (in 1992) have been replaced by N-fixing nostocal ones, related to the high level of pollution found in recent years.

Key words: *Cyanophyta*, *Dynophyceae*, *Cryptophyceae*, *Chrysophyceae*, *Xanthophyceae*, eutrophication, wetland, Castilla-La Mancha.

\* Área de Limnología, Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva. C/ Polígono La Coma. E-46980 Paterna (Valencia).

## INTRODUCCIÓN

Los humedales son ecosistemas con una elevada riqueza biológica, lo que les confiere una importancia ecológica y social (MITSCH & GOSSELINK, 1993). Sin embargo, y a pesar de que en las últimas dos décadas su estudio se ha incrementado, todavía no son tan conocidos como los sistemas lacustres, y tratándose de humedales de zonas áridas o semiáridas, la información es todavía más escasa. Concretamente sobre fitoplancton existen muy pocas referencias (AL-KAISI, 1976; AL-SAADY & *al.*, 1981; PANKOW & *al.*, 1979). Esta carencia de información se extiende también a los procesos de eutrofización a los que se ven sometidos los humedales al igual que el resto de sistemas de agua dulce, y que se presentan cada vez con mayor frecuencia.

El Parque Nacional Las Tablas de Daimiel (PNTD) es un humedal semiárido que ha sido reconocido como una importante reserva de biodiversidad, inscrito en los convenios Ramsar y ZEPA de Conservación (TROYA & BERNUÉS, 1990). Sin embargo, la falta de inundaciones hasta hace unos años y el aumento de la contaminación de las aguas han producido un claro efecto de eutrofización (RUBIO & ÁLVAREZ COBELAS, 1996), agravado por los vertidos contaminantes que en los últimos años se han producido hacia Las Tablas (SÁNCHEZ CARRILLO & *al.*, 1999). Algunos resultados obtenidos hasta ahora revelan su inexorable proceso de eutrofización tanto durante períodos de sequía como con abundancia de agua (ROJO & *al.*, 1999), así como un complejo comportamiento del fitoplancton que no responde a los modelos clásicos de eutrofización y sustituciones estacionales (ROJO, 1996; ROJO & *al.*, 2000). Estos resultados nos han animado a realizar un estudio más detallado de la taxonomía, fenología y ecología de las poblaciones de fitoplancton que se han encontrado en el Parque en los últimos años. En este artículo se describen las dinámicas poblacionales y ecología de las cianofíceas, dinoflagelados, criptofíceas, crisofíceas y xantofíceas del humedal. Éste es el segundo de una serie de artículos en la que ya han sido tratadas las euglenofíceas (ROJO & *al.*, 1999), y

posteriormente lo serán las diatomeas y clorofíceas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El PNTD está situado en la Llanura Manchega (Ciudad Real), y está formado por una serie de islas y zonas de aguas libres someras e interconectadas, con dinámicas ecológicas diferenciadas. La precipitación y la temperatura media anual de la región son de 407 mm y 13,7 °C, respectivamente (ÁLVAREZ COBELAS & VERDUGO, 1996). Las Tablas sufrieron un período de sequía desde 1991 hasta el invierno de 1996, seguido de un período húmedo que incrementó la superficie inundada de 7 km<sup>2</sup> en 1996 a 14 km<sup>2</sup> en 1997-1998. Aunque este aumento en el nivel del agua disminuyó la concentración de fósforo y nitrógeno totales, éstos se mantienen elevados y caracterizan al humedal como altamente eutrófico (SÁNCHEZ CARRILLO & *al.*, 1999; OECD, 1982). Información más exhaustiva sobre la ecología e historia de Las Tablas de Daimiel se puede encontrar en ÁLVAREZ COBELAS & CIRUJANO (1996) y SÁNCHEZ CARRILLO & ÁLVAREZ COBELAS (1999).

Las muestras se recogieron mensualmente de marzo de 1996 a diciembre de 1998 en cinco puntos del PNTD: Filtro Verde de Villarrubia de los Ojos, Patagallina, Molemocho, Entradilla y Puente Navarro (véase mapa en ROJO & *al.*, 1999a). Una porción de cada muestra se conservó *in vivo* y la otra se fijó con lugol. Las muestras se sedimentaron en cámaras Utermöhl y los recuentos se llevaron a cabo con un microscopio invertido Olympus a 400 y 1000× (ABOAL & *al.*, 1996) y un microscopio Nikon-EFD3 con contraste de fases. Se contaron por lo menos 100 individuos del alga más abundante (20% de error según LUND & *al.*, 1958) y se midieron por lo menos 20 individuos de cada población para determinar sus tamaños. El volumen celular se averiguó utilizando las formas geométricas sugeridas por ROTT (1981). La clasificación en grandes grupos se hizo siguiendo a REYNOLDS (1984). Como obras de consulta para la taxonomía se utilizaron: las series *Das Phytoplankton des Süßwassers* (Schweizerbarts-

che Verlagsbuchhandlung, Stuttgart) y *Süßwasserflora von Mitteleuropa* (Gustav Fischer Verlag, Stuttgart). Para la clasificación de las cianofíceas hemos seguido el sistema propuesto por ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK (ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK, 1985, 1988; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 1986, 1989), así como diversos artículos que se citan en el texto.

Para concretar si los táxones encontrados son nuevas citas para España y/o Europa se ha utilizado la información contenida en los libros de clasificación, en el *Catálogo de las algas continentales españolas II* (ÁLVAREZ COBELAS, 1984) y V (ÁLVAREZ COBELAS & GALLARDO, 1988) y la *Lista florística y bibliográfica de criptofíceas y dinoflagelados continentales de España* (ÁLVAREZ COBELAS & al., 1989). Dado que aún no existe un catálogo completo de la flora planctónica española, daremos como nuevas citas aquellas que no estén en los catálogos ya existentes, e indicaremos, en la medida de lo posible, si las algas encontradas han sido citadas con anterioridad, aunque éstas no hayan sido catalogadas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Taxonomía, fenología y autoecología*

Se encontraron 12 táxones pertenecientes a *Cyanophyta*, 4 a *Dinophyceae*, 8 *Cryptophyceae*, 5 a *Chrysophyceae* y uno a *Xanthophyta*.

### CYANOPHYCEAE

#### *Merismopediaceae*

##### *Merismopedia tenuissima* Lemm. 1898

Colonias planas y rectangulares, con células de  $0,5 \times 1,8 \mu\text{m}$  en disposición más o menos compacta, las colonias varían de 2 a 16 células. En el verano de 1997 encontramos abundantes poblaciones en la tabla de la Entradilla y en Puente Navarro (colonias de 4 y 8-16 células, respectivamente), y algo menores en el Filtro Verde. En Puente Navarro se alcanzaron los 40.600 ind/ml durante VIII-1997, siendo el 82% de la densidad total del fitoplancton, aunque por su reducido tamaño su biovolumen solo alcanzó el 13% del total.

KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS (1999) han señalado que esta especie es particularmente co-

mún en ambientes eutróficos y particularmente en la estación cálida del año, ya que son grandes captadores de P, por lo que suelen aparecer cuando su concentración es alta, la temperatura elevada y la relación N/P baja (REYNOLDS, 1984; OLRİK, 1994). Es una especie común en Europa (KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 1999), y en España se ha encontrado por ejemplo en La Albufera de Valencia (ROMO & MIRACLE, 1994) y en la laguna del Porcal (ROJO & ÁLVAREZ COBELAS, 1993).

#### *Synechococcaceae*

##### *Synechococcus* sp. (fig. 1a)

Se reconocieron dos diferentes morfologías del género *Synechococcus*, pero no pudo determinarse si pertenecen a la misma especie. Células cilíndricas con los extremos redondeados, rectas o sinusoidales con ligeras variaciones en su tamaño. La forma de mayor tamaño medía  $20-24 \times 2-3 \mu\text{m}$ , y la otra  $10 \times 1-2 \mu\text{m}$ . Se encontró en la primavera de 1997 en la Entradilla, y más tarde durante el verano en esta misma tabla y en el Filtro Verde. Su máxima densidad la alcanzó en VIII-1997 en el Filtro Verde, con 1.920 ind/ml, que no contribuyó significativamente al biovolumen en una comunidad dominada por *Cyclotella meneghiniana* Kütz.

*Synechococcus* es un género de estrategia C (oportunista), es decir, algas pequeñas de crecimiento rápido con gran capacidad para obtener nutrientes (REYNOLDS, 1984; OLRİK, 1994). Aparecen sobre todo en verano, a temperaturas altas.

#### *Chroococcaceae*

##### *Chroococcus turgidus* (Kütz.) Näg. 1849

Se recogió en escaso número en la Entradilla en XII-1996. Es común en las zonas templadas de Europa (KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 1999), y se ha encontrado en España (ÁLVAREZ COBELAS & GALLARDO, 1988).

#### *Phormidiaceae*

##### *Planktothrix agardhii* (Gom.) Anagn. & Kom. 1988

Células de  $2-4 \times 3-4 \mu\text{m}$ , que coinciden con

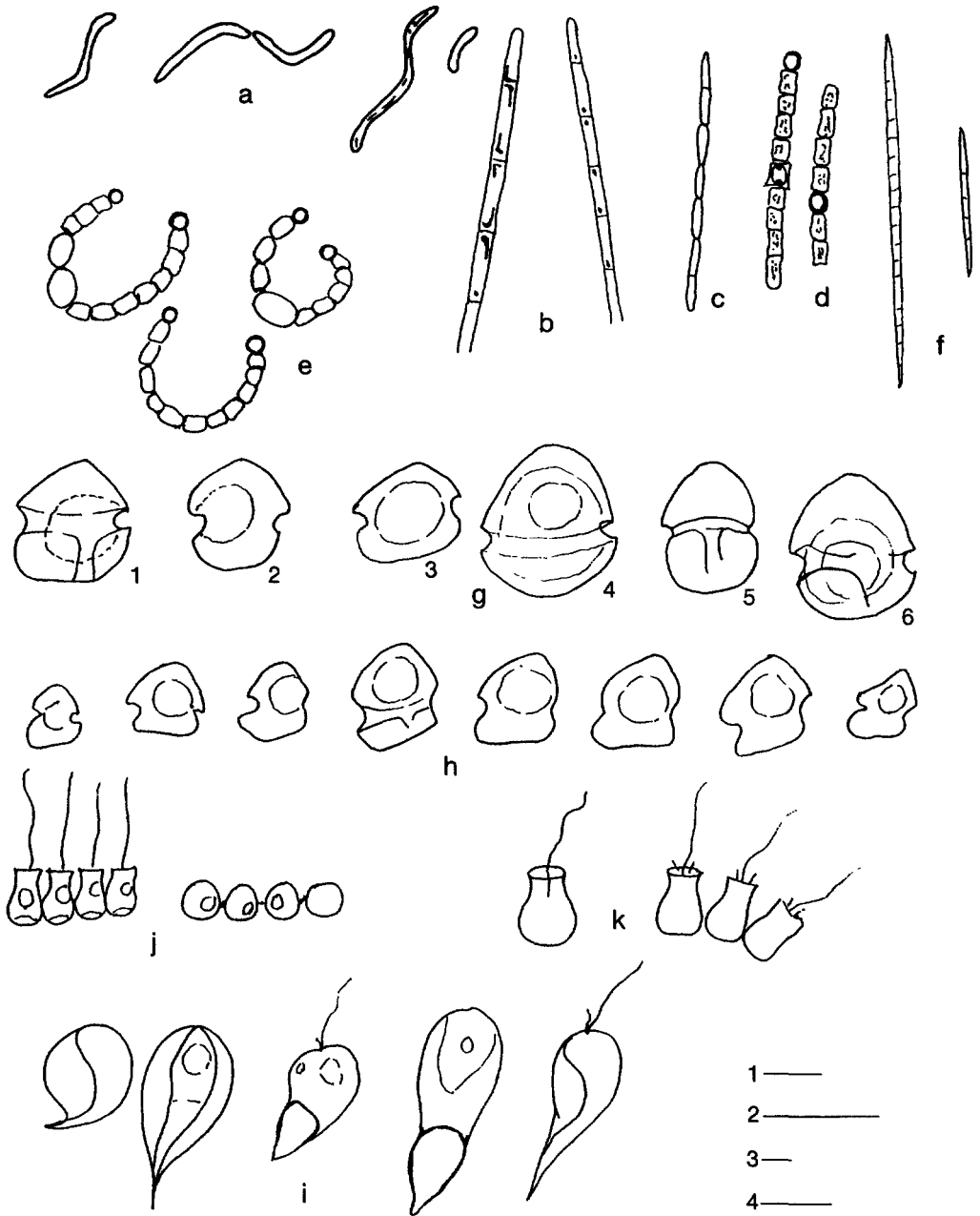


Fig. 1.—a, *Synechococcus* sp.; b, *Limnothrix redekei*; c, *Pseudanabaena limnetica*; d, *Anabaena sphaerica*; e, *Anabaenopsis elenkinii*; f, *Aphanizomenon gracile*; g1-3, *Gymnodinium* cf. *wawrikae*; g4, *G. eurytopum* (según ROJO & ÁLVAREZ-COBELAS); g5, *G. eurytopum* (según SKUJA); g6, *G. wawrikae* (según SCHILLER); h, *Katodinium fungiforme*; i, *Ochromonas* sp.; j, *Desmarella brachycalix*; k, *Desmarella moniliformis*. (Escala, 10 µm: 1 = a, c, d, f, j; 2 = b, k; 3 = e; 4 = g-i.)

las medidas señaladas por ROJO & ÁLVAREZ COBELAS (1992). Tricomas rectos o ligeramente curvados en los extremos, de 30-720  $\mu\text{m}$  de longitud, intervalo que es mucho más amplio que el señalado por ROMO (1991). Las células son cilíndricas y no forman constricciones entre ellas o están poco marcadas. Esta fue la cianoficea más común en el humedal, presente en el 40% de las muestras, pero no se encontró en Patagallina. En la Entradilla fue particularmente frecuente (75% de las muestras) y abundante (fig. 2), presentándose a lo largo de todo el ciclo de estudio, aunque de manera más continua en verano-otoño de los tres años. Esta distribución temporal fue semejante en el resto de los puntos, si bien su presencia fue menos notable. Los picos de abundancia fueron siempre en agosto, y aportaron más del 80% del biovolumen total de fitoplancton. El pico más elevado fue de 2.290 ind/ml en la Entradilla en 1997.

Al igual que observaron ROJO & ÁLVAREZ COBELAS (1992) y OLRİK (1994), *P. agardhii* aparece un poco después que *Limnothrix redekei* (Van Goor) Meffert, sustituyéndola en algunos puntos; sin embargo también se observaron pequeños picos de ambas a la vez y presencia de una u otra sin orden aparente. FOY & *al.* (1976) encontraron que esta especie tiene picos poblacionales en verano y otoño, después de un aumento de la concentración de N y P en el agua, como en este estudio, donde los picos de abundancia se presentaron en verano. ROMO & MIRACLE (1993) observaron también que esta especie crece con el aumento de nutrientes, pero estos autores lo refieren en primavera. *P. agardhii* aparece cuando el factor limitante puede ser la escasez de luz debida a la elevada productividad primaria (BERGER, 1984). Es una especie poco depredada y tiene crecimiento lento, de estrategia R (ruderal)-S (resistente a condiciones extremas) (OLRIK, 1994). Citada en España, por ejemplo, en la laguna cárstica de la Cruz (DASÍ & MIRACLE, 1991), en el Porcal (ROJO & ÁLVAREZ COBELAS, 1992), y en La Albufera de Valencia (ROMO & MIRACLE, 1993).

### **Planktothrix sp.**

Células de  $4 \times 2-3 \mu\text{m}$ . Tricomas estrechos y rectos de 200  $\mu\text{m}$  de longitud. Se recogió en Molemocho, durante el verano de 1996, en V-1997 y al final del otoño de 1998, alcanzando en XII-1998 los 4.400 ind/ml.

### **Spirulina abbreviata Lemm. 1895**

Tricomas helicoidales con los extremos algo afilados, de  $30-45 \times 3 \mu\text{m}$ . Las divisiones entre las células son difíciles de distinguir, por lo que el tricoma parece compuesto por una sola célula larga. Se encontró puntualmente durante el verano de 1997 en el Filtro Verde, Molemocho y Puente Navarro, y en la Entradilla de manera esporádica en invierno y primavera. En este último punto alcanzó su máximo poblacional en I-1997, con 7.000 ind/ml, al inicio del crecimiento de las cianofíceas, causado principalmente por un florecimiento de *Aphanizomenon gracile* Lemm., y en el que *Spirulina* sumó el 7% del biovolumen algal. Estas observaciones coinciden con las de PAERL (1991), para quien este género suele ser subdominante durante florecimientos de otras cianofíceas en aguas meso- y eutróficas. Presente en algunas regiones de España (ÁLVAREZ COBELAS & GALLARDO, 1988).

### **Pseudanabaenaceae**

#### **Limnothrix redekei (Van Goor) Meffert 1987 (fig. 1b)**

Células de  $4-6 \times 1-2 \mu\text{m}$ . Tricomas delgados y rectos de 50-200  $\mu\text{m}$  de longitud, sin constricciones entre las células. En algún caso las células terminales son algo cónicas. Las vacuolas están en los extremos de la célula. Se distinguieron varias formas de *Limnothrix redekei*, con distintos grados de vacuolización y distinta relación longitud/anchura de las células, todas ellas coincidentes con la amplia variabilidad morfológica de esta especie indicada por MEFFERT (1987), y discutida en ROJO & ÁLVAREZ COBELAS (1989, 1992). En conjunto se encontró en todos los puntos de muestreo, aunque fue más abundante en Molemocho. A lo largo del período de estudio se presentó principalmente de primavera a otoño (fig. 2).

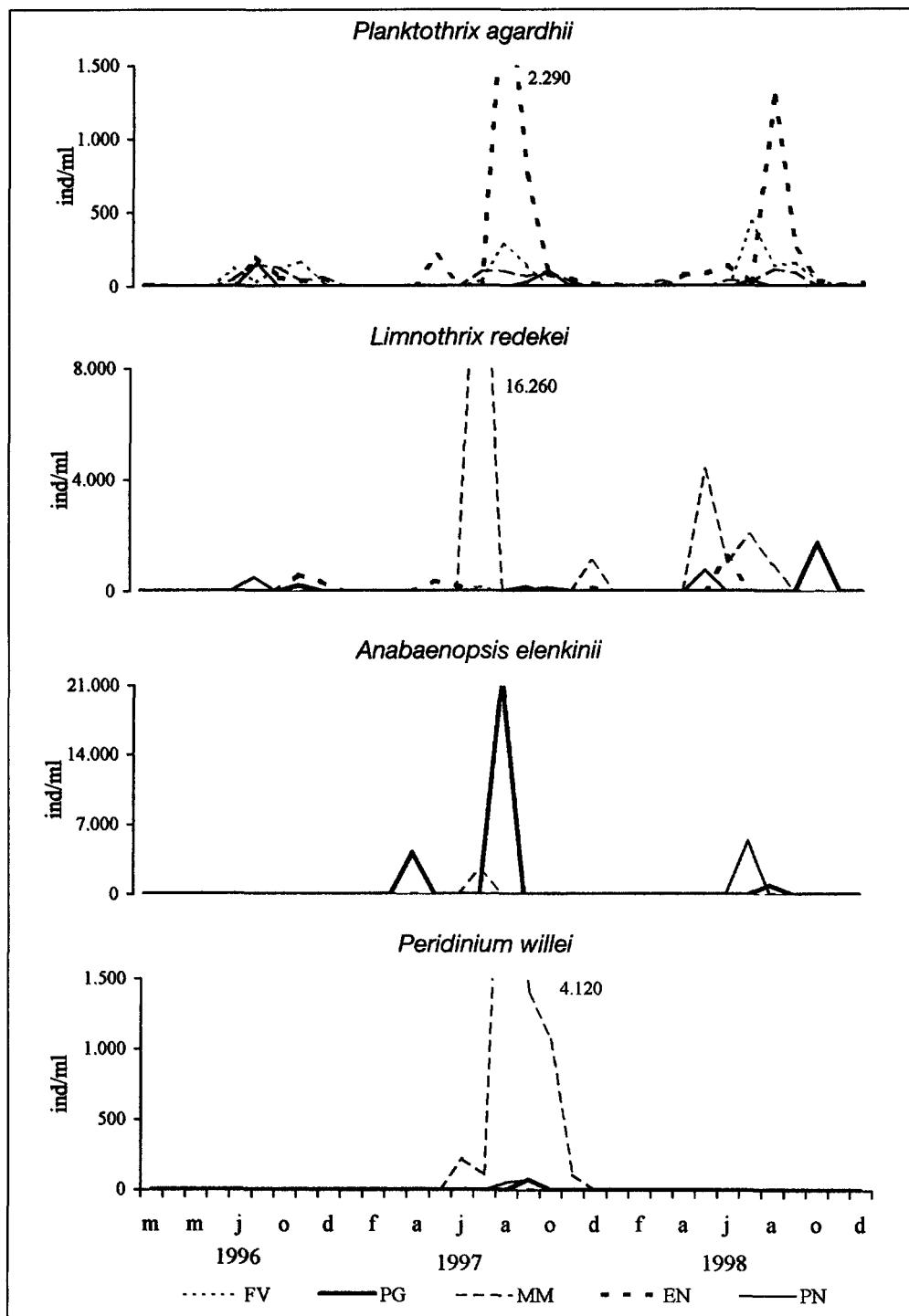


Fig. 2.—Dinámica de la densidad (ind/ml) de algunas poblaciones del fitoplancton de cinco puntos de Las Tablas de Daimiel, desde 1996 a 1998. (FV, Filtro Verde; PG, Patagallina; MM, Molemocho; EN, Entradilla; PN, Puente Navarro.)

Alcanzó una densidad de 16.260 ind/ml en Molemocho en VII-1997, lo que supuso el 9% del biovolumen total.

Como se ha señalado para *P. agardhii*, estas poblaciones suelen aparecer asociadas, y *L. redekei* alcanza sus máximos un poco antes que *P. agardhii*. Ambas aparecen sobre todo en verano y son estrategias R-S (REYNOLDS, 1984; OLRİK, 1994). En España se ha citado, por ejemplo, en la Laguna de la Cruz (DASÍ & MIRACLE, 1991) y en la del Porcal (ROJO & ÁLVAREZ COBELAS, 1992).

***Pseudanabaena limnetica* (Lemm.) Kom. 1974 (fig. 1c)**

Células algo vacuoladas, cilíndricas, de 2-4 × 1,2-2 µm, con una clara constricción en la zona de contacto, células terminales suavemente redondeadas en el extremo. Tricomas finos y rectos, de hasta 200 µm de longitud. El pequeño tamaño de las células hace que los tricomas se parezcan al que muestra la figura 4 en la lámina 5 de ROJO & ÁLVAREZ COBELAS (1989). Se halló principalmente en Molemocho en VIII-1996 y en IX-1997, donde fue la cianofíceas dominante con sus 12.000 ind/ml, que supuso el 22% de la densidad total de fitoplancton, pero apenas el 5% del biovolumen en una comunidad dominada por *Peridinium willei* Huitfeld-Kaas.

Su máximo poblacional se desarrolló en un punto de bajas concentraciones de N y P. Esta alga también está relacionada con *P. agardhii* y *L. redekei*, aparece con ellas puntualmente dando lugar a picos de abundancia y luego desaparece (ROJO & ÁLVAREZ COBELAS, 1992). Es una especie de estrategia R (OLRIK, 1994). Se ha citado de las Lagunas de la Cruz (DASÍ & MIRACLE, 1991) y del Porcal (ROJO & ÁLVAREZ COBELAS, 1992). Además DASÍ & al. (1998) citan una *Pseudanabaena* cf. *limnetica* en las presas de Tous, Guadalest, Contreras, María Cristina y Beniarrés.

***Pseudanabaena* sp.**

Esta especie pertenece al subgénero *Ilyonema* según ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK (1988), y es similar a *Pseudanabaena galeata* Böcher, pero debido a su escasa presencia, su

identificación es difícil. Células de 3 µm de ancho. Apareció escasa en VIII y XII-1996 en el Filtro Verde. Suele ser común en ambientes hipertróficos como la Albufera de Valencia (ROMO & MIRACLE, 1993).

***Nostocaceae***

***Anabaena sphaerica* Born. & Flah. 1888 (fig. 1d)**

Células cortas y cilíndricas de 4 × 4 µm, similares a las de *Anabaena sphaerica* var. *tenuis* G.S. West 1907 (DESIKACHARY, 1959), con constricciones entre ellas. Tricomas rectos, de 80-200 µm de longitud, a veces vacuolados; heterocitos ("heterocistes"; ver ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK, 1985), esféricos, terminales e intercalados; se observaron akinetos con una cobertura cuadrangular. Presente en el verano de los tres años en Patagallina y en el Filtro Verde, y en primavera-verano de 1997 en Molemocho, donde desarrolló su máximo poblacional de 4.730 ind/ml (14% de la densidad y del biovolumen total) en VIII-1997. En Patagallina fue menos numerosa, pero alcanzó el 40% del biovolumen en VIII-1996.

Esta especie, fijadora de nitrógeno, aparece cuando la relación N/P disminuye, sobre todo tras un aumento estival del biovolumen total, y se presenta como alternativa a la asociación *Planktothrix-Limnothrix* o tras ella, cuando éstas han disminuido la relación N/P (OLRIK, 1994) y el nitrógeno puede ser escaso. Citada con anterioridad en España (ÁLVAREZ COBELAS & GALLARDO, 1988).

***Anabaenopsis elenkinii* Miller 1923 (fig. 1e)**

Células de 6-8 × 4-8 µm, que se ajustan a la descripción de HINDÁK (1988). Tricomas circulares, de 30-120 µm de longitud, con una o pocas espirales; heterocitos terminales esféricos de 3-4 µm, akinetos elipsoidales de 8 × 4-5 µm, solitarios o en pares intercalados en el tricoma. Esta alga nostocal apareció principalmente entre el verano y el otoño de 1996 y 1997 en Patagallina y Puente Navarro (fig. 2). En el segundo punto fue menos relevante que en el primero, donde alcanzó los 22.000 ind/ml, que constituyeron el 78% del biovo-

lumen algal en VIII-1997, y el pico de biovolumen más alto de cianofíceas en todo el Parque en el período estudiado.

Su ecología es similar a la de *A. sphaerica*. Se ha observado en la laguna del Porcal (ROJO & ÁLVAREZ COBELAS, 1992) y en la Albufera de Valencia (ROMO & MIRACLE, 1994).

**Aphanizomenon gracile** Lemm. 1900 (fig. 1f)

Células cilíndricas de 2-3 × 2 µm. Tricomas solitarios, de hasta 40 µm, rectos, sin constricciones entre las células. Solo se observaron filamentos "oscilatorioides", es decir, sin heterocitos ni akinetos (según ANAGNOSTIDIS & al., 1988). Esta especie ha sido incluida dentro de *A. flos-aquae* (G.S. West) Woloszynka & Miller 1923, por algunos autores (COMPÈRE, 1986), pero en este caso se ha seguido el criterio de ANAGNOSTIDIS & al. (1988) para quienes ambas especies pueden diferenciarse muy claramente por el diámetro de las células vegetativas y su ocurrencia como tricomas solitarios o en haces, siendo las células de *A. flos-aquae* más anchas (4,5-7,5 µm) que las observadas en este estudio.

Esta especie apareció solamente en Entradilla en dos ocasiones aisladas, en I-1997 y VI-1998. En la primera fecha alcanzó los 32.520 ind/ml, durante un el pico de abundancia de cianofíceas, aportando el 66% de la densidad total de fitoplancton y el 46% del biovolumen.

Aparece puntualmente cuando el N no parece limitante, pero en algún caso sí que lo es el P. Esto difiere con otras observaciones hechas sobre el género, en las que los florecimientos se presentan en ambientes ricos en P (PAERL, 1991). La única referencia que se conoce sobre su presencia en España es para el PNTD (ROJO, 1996).

**DINOPHYCEAE**

**Gymnodiniaceae**

**Gymnodinium** cf. *wawrikan* Schiller 1955 (fig. 1g)

Las células son casi esféricas, de 14-16 µm de diámetro; epicono ligeramente mayor que

el hipocono, de forma cónica redondeada, algo plano en su parte inferior. El cingulo se distingue claramente por su profundidad. El núcleo es un cuerpo esférico que ocupa la parte central de la célula. Aunque los plastos nunca han sido claramente distinguidos, esta forma es más parecida a *G. wawrikan*, según el icono de Schiller (POPOVSKÝ & PFIESTER, 1990), que a la especie apoclorótica de similar forma *G. eurytopum* mostrada por SKUJA (1948) y ROJO & ÁLVAREZ COBELAS (1993). Apareció de manera muy irregular los dos primeros años en el Filtro Verde, Patagallina y Entradilla, siendo más frecuente en primavera y otoño en Molemocho. Su mayor población se desarrolló en V-1998 en Molemocho, con 360 ind/ml, en una comunidad dominada por criptofíceas y euglenofíceas.

La información sobre su ecología es escasa. Se ha encontrado en humedales y lagos de Europa central (POPOVSKÝ & PFIESTER, 1990), y al no estar incluida en el catálogo de ÁLVAREZ COBELAS & al. (1989), podría ser nueva cita para España.

**Katodinium fungiforme** (Anisimova) Loebl III 1965 (fig. 1h)

Células elipsoides-ovoides, aplanadas dorsoventralmente, de 8-16 × 6-10 µm, que entra en el rango de medidas descrito por POPOVSKÝ & PFIESTER (1990) para la anchura, pero la longitud es ligeramente mayor; epicono en forma de hongo, más voluminoso que el hipocono. No tiene cloroplasto. Se encontró en escaso número y esporádicamente a lo largo de 1997 en Filtro Verde, Molemocho, Puente Navarro y Entradilla. En este último punto estuvo presente desde el final del invierno hasta el verano de 1996, cuando se produjo su máximo poblacional de 860 ind/ml en julio, el cual contribuyó con el 25% del biovolumen total del fitoplancton y el 18% de la densidad durante un mínimo de abundancia de algas. Este fue el dinoflagelado más sobresaliente en esta tabla.

Este dinoflagelado es holozoico (POPOVSKÝ & PFIESTER, 1990). La mayor ocurrencia de esta especie en Entradilla, la tabla con la mayor salinidad, confirma su presencia en ambientes dulces y ligeramente salinos (PO-



POVSKÝ & PFIESTER, 1990). VILASECA (1978) ya había mencionado su presencia en los lagos pirenaicos de Lérida, pero ÁLVAREZ COBELAS & *al.* (1989) la consideran dudosa.

### *Peridiniaceae*

#### **Peridinium umbonatum** Stein 1883

Células ovoides y un poco aplanadas dorso-ventralmente, de 15-40 × 12-30 µm; epicono más o menos cónico y de mayor tamaño que el hipocono, que es redondeado. Presente en Patagallina, Molemocho y Puente Navarro, siendo más frecuente y numerosa en el segundo punto. En general, apareció de forma más o menos continua y regular entre el verano y el otoño de 1996, el verano de 1997 y desde la primavera hasta el otoño de 1998. Su máxima densidad ocurrió en VIII-1996 en Molemocho, con 950 ind/ml, y aportó el 38% del biovolumen de fitoplancton.

Esta especie se encuentra en ambientes de oligo a eutróficos (POPOVSKÝ & PFIESTER, 1990) y se considera indicadora de aguas de pH ligeramente ácido y alto contenido en sustancias húmicas (OLRIK, 1994), lo que ocurre en Molemocho donde el suelo es turboso (DE LA HORRA, 1996). Distribuida por diversas regiones de España (ÁLVAREZ COBELAS & *al.*, 1989).

#### **Peridinium willei** Huitfeld-Kaas 1900

Células casi esféricas, de 38-42 × 36-40 µm, que coinciden con las dimensiones mínimas dadas por POPOVSKÝ & PFIESTER (1990); hipoteca de menor tamaño que el epicoma. Posee placas cuya ornamentación es difícil distinguir al microscopio óptico. Presente en los mismos puntos que *P. umbonatum* en el verano de 1997, aunque en Molemocho su distribución temporal fue más amplia, desde el final de la primavera hasta mediados del otoño, siendo dominante por su biovolumen durante este período. En este punto alcanzó, en VIII-1997, los 4.120 ind/ml, que fue la máxima densidad registrada para un dinoflagelado en nuestro estudio, aportando el 63% del biovolumen algal. Apareció en Molemocho (fig. 2) inmediatamente después del pico de

*L. redekei*, durante un período de baja concentración de N. Ampliamente distribuida por España (ÁLVAREZ COBELAS & *al.*, 1989).

### CRYPTOPHYCEAE

#### *Cryptomonadaceae*

#### **Chroomonas caudata** Geitler 1924

Células con forma de corazón, de 3-4 × 9-12 µm, semejantes a las que da HUBER-PESTALOZZI (1968), alargadas hacia el extremo posterior, cuneiformes en visión lateral. Tienen dos flagelos cortos que se insertan en la parte superior de la célula. Se observó en todos los puntos de manera irregular durante los dos primeros años de estudio, siendo más abundante en la Entradilla, donde desarrolló sus poblaciones más elevadas al final de la primavera y en verano, con 8.400 ind/ml como máxima densidad en VI-1997, que supusieron el 48% del biovolumen del fitoplancton, dominado ampliamente (96%) por criptofíceas.

En España se había citado en la Albufera de Valencia (GARCÍA-BAYO & *al.*, 1984).

#### **Chroomonas** sp.

Células acorazonadas, de 8-10 × 6 µm, con una hendidura en el extremo superior de la que emergen dos flagelos cortos. Apareció de manera discontinua de I-1997 a IX-1997 en todas las tablas salvo en Patagallina. En Molemocho y Entradilla se presentó en invierno y verano, aunque en el primer punto fue más abundante en invierno, con un máximo de 3.840 ind/ml en I-1997, que supuso el 10% del biovolumen, y en la segunda en verano, con un máximo de 3.180 ind/ml en VII-1997, coincidiendo con la aparición de *C. caudata*. En Filtro Verde y Puente Navarro apareció puntualmente en el invierno de 1997. El desarrollo de sus picos poblacionales en Molemocho y Entradilla se presentaron con valores muy dispares de N, por lo que este elemento no parece ser condicionante para su crecimiento.

#### **Cryptomonas erosa** Ehr. 1838

Células cilíndrico-elipsoidales, de 24-30 ×

12-14  $\mu\text{m}$ , que coinciden con las dimensiones encontradas por ROJO & ÁLVAREZ COBELAS (1993) y ANTHON & DUTHIE (1981), ensanchadas en la parte superior, redondeadas por el extremo inferior. La longitud de los dos flagelos es ligeramente mayor a la mitad de la célula. Es una especie muy común en todos los puntos y se encontró en el 67% de las muestras. En Molemocho fue más persistente, donde estuvo presente prácticamente durante todo el ciclo estudiado. Fue más abundante a partir de la primavera de 1997 (fig. 3), y formó picos sucesivos de densidad a principios del otoño, con un máximo de 6.400 ind/ml, 98% del biovolumen en X-1996; en invierno en Puente Navarro, y al final del verano en Molemocho.

Esta especie tolera condiciones ambientales muy variables, ya que fue parte importante de la comunidad en épocas muy distintas. Estuvo asociada con mucha frecuencia a *Cyclotella meneghiniana* y a *Nitzschia acicularis* (Kütz.) W. Smith. Los géneros *Cryptomonas* y *Rhodomonas* suelen ser importantes al final del invierno y en la primavera en lagos templados, lo que los sitúa como estrategas C, R y S (OLRIK, 1994), pero esta previsión se cumplió solamente para *C. marssonii* Skuja, ya que el resto de especies fueron más abundantes en verano y otoño, cuando la relación N/P es baja. Esta especie es muy común en las aguas dulces de España (ÁLVAREZ COBELAS & al., 1989).

#### ***Cryptomonas erosa* var. *reflexa* Marsson 1904**

Es semejante a *C. erosa*, y se distingue de ella por ser de mayor tamaño y por la curvatura del extremo posterior, lo que la hace asimétrica; células de  $34 \times 12\text{-}16 \mu\text{m}$ , ligeramente superiores a las medidas dadas por ANTHON & DUTHIE (1981) y a las de ROJO & ÁLVAREZ COBELAS (1993). Porción anterior de la célula marcadamente oblicua y en ella se abre la citofaringe, en la que se insertan dos flagelos de menor longitud que la célula. Presente en la primavera de 1997 en Molemocho, con una abundancia máxima de 1.650 ind/ml.

La aparición de esta variedad parece estar

ligada la mayor parte de las veces con la especie tipo, como han señalado ROJO & ÁLVAREZ COBELAS (1993), GARCÍA BAYO & al. (1984) y ANTHON & DUTHIE (1981). A las referencias sobre su presencia en las provincias de Barcelona, Huesca y Valencia (ÁLVAREZ COBELAS & al., 1989) hay que añadir, además de este trabajo, su presencia en la laguna del Porcal (ROJO & ÁLVAREZ COBELAS, 1993).

#### ***Cryptomonas marssonii* Skuja 1948**

Células más o menos ovales, de  $26 \times 12 \mu\text{m}$ , que coincide con las medidas dadas por ANTHON & DUTHIE (1981) y por HUBER-PESTALOZZI (1968), pero ligeramente mayores que las de ROJO & ÁLVAREZ COBELAS (1993), con ambos lados convexos y el extremo inferior curvado y puntiagudo. La longitud de los flagelos es 1-1,5 veces la de la célula. En Molemocho y Puente Navarro se encontró principalmente en el invierno y la primavera de 1996 y 1997, donde formaba parte importante de la comunidad. En Puente Navarro, fue más abundante y alcanzó su máxima densidad en VI-1997, con 2.560 ind/ml, 21% del biovolumen, aunque en IV-1996 aportó el 74% durante un mínimo en la densidad de fitoplancton. En el resto de los puntos fue más irregular y escasa.

Se ha encontrado asociada generalmente a otras criptofíceas en lugares hipertróficos y alternando con *C. erosa* (ROJO & ÁLVAREZ COBELAS, 1993). Presente en España en diversos enclaves (ROJO, 1990).

#### ***Cryptomonas phaseolus* Skuja 1948**

Las células son elipsoidales y ligeramente aplanadas por su lado ventral, de  $10 \times 6,5 \mu\text{m}$ , que se ajustan a los límites dados por ANTHON & DUTHIE (1981); la citofaringe se abre en la porción apical y se extiende hasta la mitad de la célula. Flagelos más cortos que la célula. Se halló en todas las tablas de forma intermitente a lo largo de los dos primeros años, y con mayor regularidad en 1998, cuando mantuvo poblaciones constantes en verano y otoño en la Entradilla, Puente Navarro y Patagallina. En este último período fue la especie dominante en la Entradilla, donde alcanzó su máxima

densidad en X-1998 con 21.490 ind/ml, 93 % del biovolumen, siendo prácticamente la única alga encontrada en esa muestra, y formó uno de los picos de densidad de fitoplancton en ese punto, que fue el más elevado de los observados entre las criptofíceas.

Esta especie suele presentar desarrollos rápidos muy competitivos, generando un fitoplancton casi monoespecífico, cuando el ambiente es rico en nutrientes y escasea la luz (GASOL & al., 1992). Citada con anterioridad en España (ÁLVAREZ COBELAS & al., 1989).

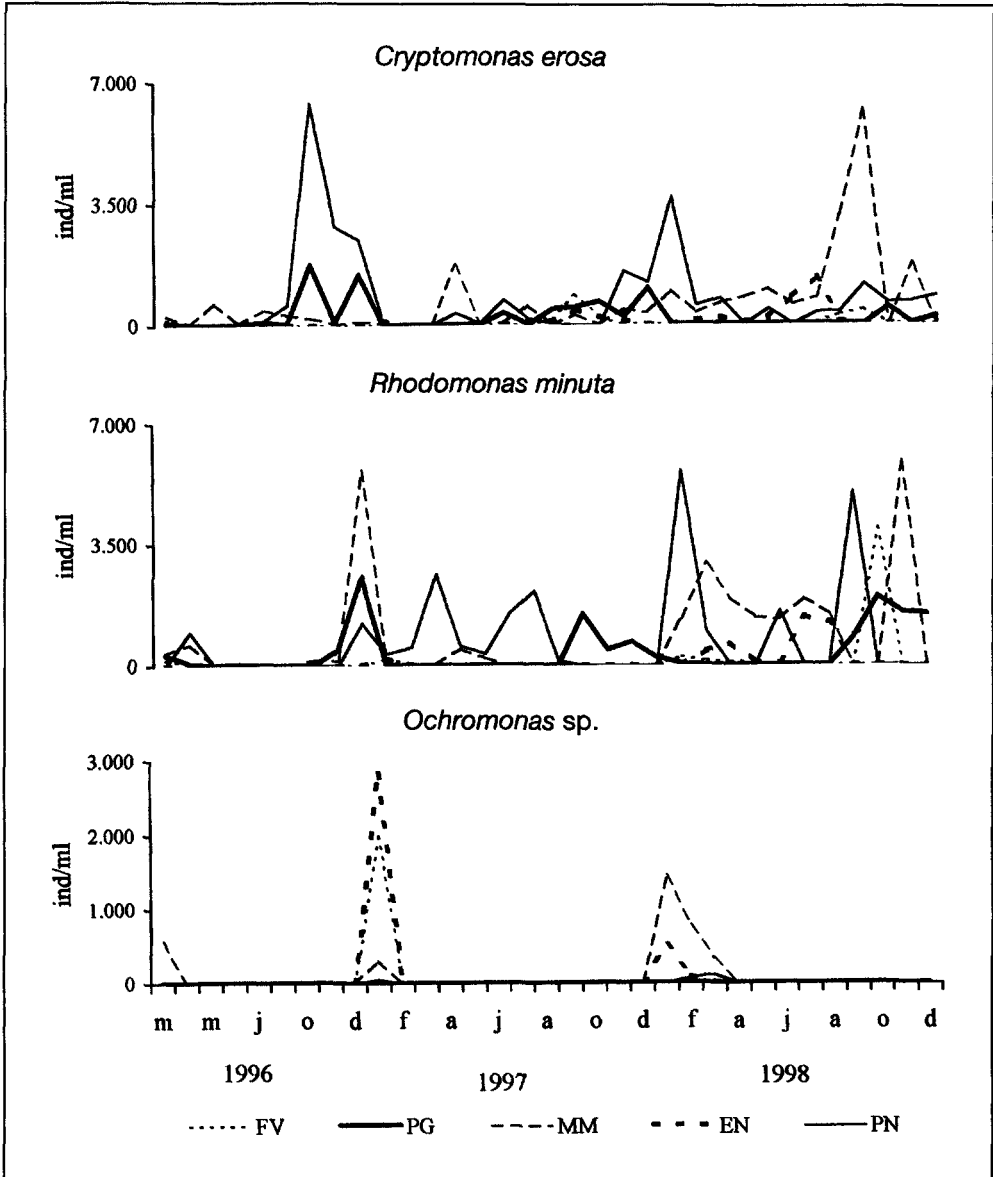


Fig. 3.-Dinámica de la densidad (ind/ml) de algunas poblaciones del fitoplancton de cinco puntos de Las Tablas de Daimiel, desde 1996 a 1998. Abreviaturas como en la figura 2.

### **Cryptomonas rostratiformis** Skuja 1948

Células cilíndricas, de  $38-50 \times 16-20 \mu\text{m}$ , que coinciden con las medidas descritas por ANTHON & DUTHIE (1981), estrechándose ligeramente hacia el extremo posterior, que es redondeado. Se caracterizan por una protuberancia muy marcada en el extremo anterior. Lados casi paralelos, con el ventral marcadamente más convexo que el dorsal. En Puente Navarro apareció en el 50% de las muestras, y se observó de III-1997 a III-1998 de manera continua salvo en el verano, después de forma intermitente hasta el final del período de estudio. En este punto se registró su máximo poblacional de 440 ind/ml en XI-1997 y aportó el 18% del biovolumen. Salvo en Molemocho, donde no se encontró, en el resto de los puntos fue muy esporádica.

A las dos únicas citas del catálogo de ÁLVAREZ COBELAS & al. (1989) ambas del embalse de Valmayor (HAERING, 1984 y 1987), hay que añadir la de ROJO (1996) de las Tablas de Daimiel, y las de DASÍ & al. (1998) de los embalses de Tous, Contreras, Arquillo, Amadorio, Benágeber, Loriguilla, Buseo, Alarcón y María Cristina.

### **Rhodomonas minuta** Skuja 1948

Las células son cuneiformes, de  $14 \times 6 \mu\text{m}$ , en el límite superior de las medidas dadas por HUBER-PESTALOZZI (1968), pero algo mayores que las de ROJO & ÁLVAREZ COBELAS (1993), con el extremo superior oblicuo y el inferior terminado en punta. Dos flagelos de longitud inferior a la de la célula. Se encontró en todos los puntos estudiados de forma discontinua a lo largo de los tres años de estudio (fig. 3), y fue una de las especies más importantes del humedal por su abundancia y frecuencia (presente en el 45% de las muestras). En Puente Navarro y en Molemocho mantuvo poblaciones estables desde finales del otoño de 1996 hasta la mitad del verano del año siguiente (9 y 8 meses, respectivamente). La dinámica temporal de esta especie fue muy variable. Su máxima densidad poblacional la alcanzó en X-1998 en Molemocho con 5.860 ind/ml, que aportaron el 6% del biovolumen, si bien en XII-1996 alcanzó el 32%.

Siguiendo a JAVORNICKY (1976), esta especie debería ser incluida dentro de *R. lacustris* Pasch. & Ruttner 1913, criterio que se ha seguido en el catálogo de ÁLVAREZ COBELAS & al. (1989), donde aparece citada para diversas provincias españolas.

## **CHRYSOPHYCEAE**

### **Chrysococcaceae**

#### **Chrysococcus** sp.

Células contenidas en tecas muy translúcidas, ambas esféricas, de 5 y  $10 \mu\text{m}$  de diámetro, respectivamente; teca con dos cortes en su superficie. Esta pequeña alga tuvo una presencia breve y aislada, pero relativamente importante, pues se observó únicamente en la primavera de 1996 y en el otoño de 1998 en Molemocho. En el primer período alcanzó el 41% del biovolumen y por lo tanto fue dominante. Su máxima población fue de 2.340 ind/ml en XII-1998, el 17% del biovolumen.

Este género es mixótrofo y se encuentra a menudo en aguas húmicas (OLRIK, 1994) como lo es Molemocho por la turba, siendo su principal fuente de energía las bacterias (KLA-VENESS, 1989). Tanto este género como el siguiente se ubican en transición entre las estrategias C-R y S, que aparecen tanto en invierno y como en primavera (OLRIK, 1994).

#### **Ochromonas** sp. (fig. 1i).

Células con forma de gota, de  $15-25 \times 7-10 \mu\text{m}$ , casi esféricas en la parte superior, pero muy alargadas hacia la inferior, terminada en punta. Como ya ha señalado ROJO (1996), esta especie es similar a *O. mutabilis* Klebs 1893 y coincide con ella en el rango de medidas, pero tiene un solo cromatóforo, como *O. danica* Pringsheim 1955. Esta especie apareció regularmente (fig. 4) en el invierno de los tres años en todos los puntos, salvo en Patagallina, donde estuvo ausente. Su densidad más elevada se observó en I-1997 en la Entradilla, con 2.830 ind/ml, aunque su contribución más importante al biovolumen fue en III-1996 en Molemocho, con el 40% del biovolumen, donde dominó junto con *C. erosa*. Esta fue la crisofícea más relevante de las que se encontraron en el PNTD.

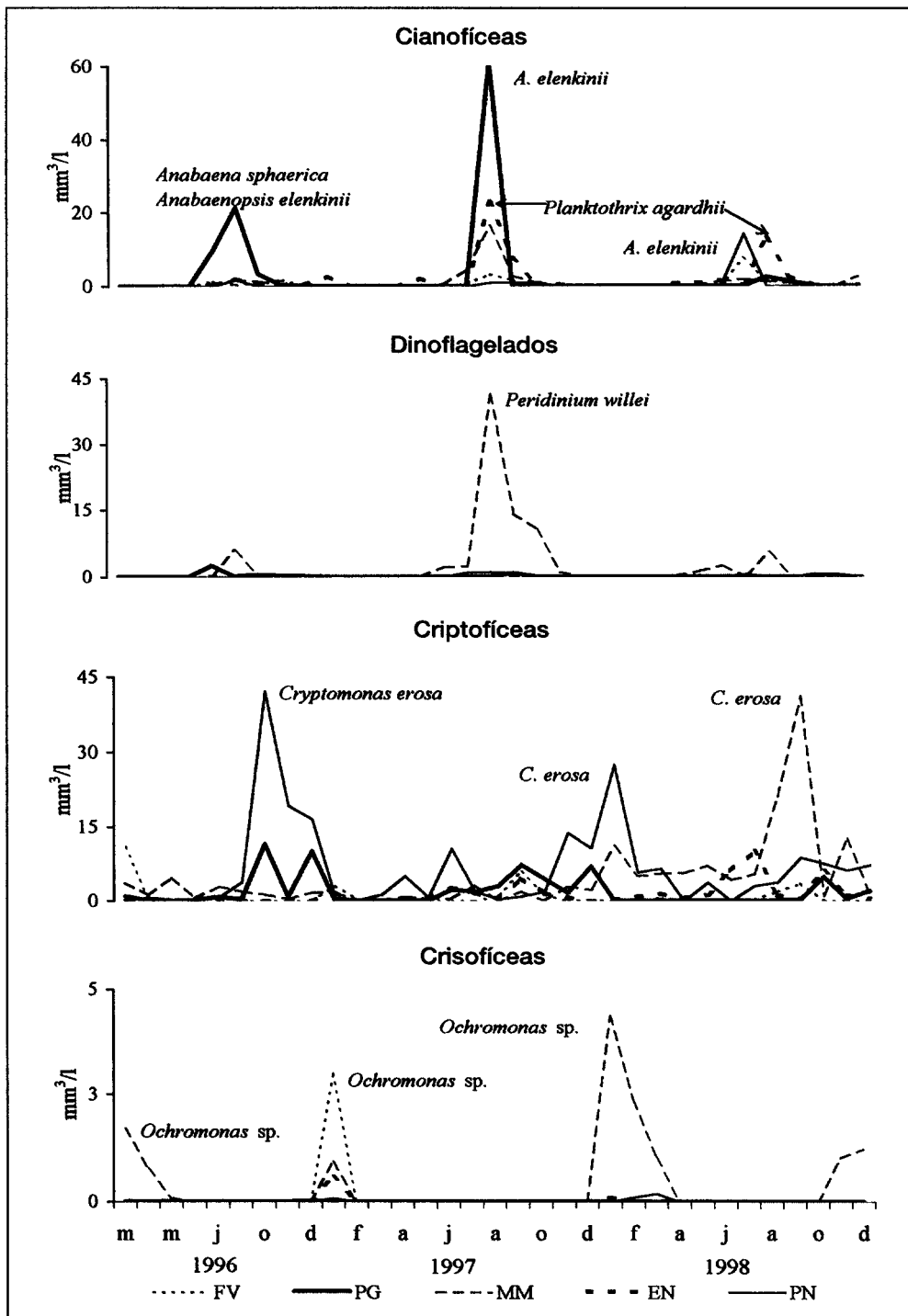


Fig. 4.—Dinámica del biovolumen (mm<sup>3</sup>/l) de las clases taxonómicas en cinco puntos de Las Tablas de Daimiel, desde 1996 a 1998. Se indican las especies causantes de los picos. Abreviaturas como en la figura 2.

### *Monosigaceae*

#### ***Desmarella brachycalix* Skuja 1939 (fig. 1j)**

Se encontró, escasa, en Molemocho, en IV-1996. *D. brachycalix* se ha encontrado en aguas estancadas y arcillosas en la antigua Unión Soviética (STARMACH, 1985). Parece ser nueva cita para España.

#### ***Desmarella moniliformis* Kent 1880 (fig. 1k)**

Se encontró, también escasa, en Puente Navarro, en VIII y X-1996. *D. moniliformis* es una especie ampliamente distribuida (STARMACH, 1985), aunque no se ha encontrado información relativa a su ecología. Esta especie es, en nuestra opinión, nueva para España.

#### ***Desmarella* sp.**

Recogida en Patagallina y Entradilla, en XII-1996 y I-1997, respectivamente. Estos ejemplares fueron los más numerosos, con 550 ind/ml en XII-1996.

## XANTOPHYCEAE

### *Ophiocytaceae*

#### ***Ophiocytium capitatum* Wolle**

Células cilíndricas suavemente curvadas, de  $24-59 \times 7 \mu\text{m}$ , con los extremos redondeados y una espina gruesa en cada uno de ellos. Se encontró solamente en Molemocho y en Puente Navarro, en el verano de 1997. En agosto alcanzó los 1.710 ind/ml en Puente Navarro, siendo el 7,5% del biovolumen total.

Se encuentra ampliamente difundida, sobre todo en aguas ligeramente ácidas. Es el primer registro de esta especie para España.

#### *Cambios en la flora fitoplanctónica desde 1992 hasta 1998*

Si comparamos estos resultados con la lista florística obtenida durante el período de sequía comprendido entre 1992-1993 (ROJO, 1996), se observa que se ha producido una disminución en el número de especies de cianofíceas, que pasaron de 14 a 12, sin embargo se observó una sustitución de cianofíceas os-

cilatorias por nostocales (fijadoras de N); los dinoflagelados y las criptofíceas conservaron el mismo número (4 y 8, respectivamente) aunque hubo dos sustituciones; las crisofíceas ganaron 4 nuevas especies y perdieron 2, y por último se observó por primera vez un ejemplar de xantofíceas. Todas las especies del humedal han sido descritas como propias de ambientes hipertróficos. La mayor parte de ellas son estrategas C, características de ambientes ricos en nutrientes y poco estables.

### *Clases taxonómicas*

La dinámica del biovolumen de las clases taxonómicas fue bastante heterogénea espacial y temporalmente, como se aprecia en la figura 4. De acuerdo con el biovolumen promedio que desarrollaron a lo largo de todo el período de estudio, los grupos más importantes de los aquí tratados fueron las criptofíceas (media =  $3,0 \text{ mm}^3/\text{l}$ ; desviación estándar =  $6 \text{ mm}^3/\text{l}$ ) y, con la mitad, las cianofíceas (media =  $1,5 \text{ mm}^3/\text{l}$ , desviación estándar =  $5,7 \text{ mm}^3/\text{l}$ ). Ambos grupos son característicos del plancton de sistemas con elevada eutrofia (ÁLVAREZ COBELAS & JACOBSEN, 1992). Los dinoflagelados, crisofíceas y xantofíceas tuvieron una incidencia menor en el conjunto del fitoplancton.

Las cianofíceas más sobresalientes fueron formas filamentosas, y aunque el número de oscilatorias fue mayor al de nostocales, estas últimas fueron más importantes en cuanto a su biovolumen. Éste aumentó rápidamente en verano, cuando la relación N/P fue más baja. Las cianofíceas fueron más relevantes en la Entradilla que en los demás puntos por la continuidad de sus poblaciones. En Patagallina desarrollaron picos elevados debidos a *A. elenkinii* y es curioso resaltar que en este punto estuvo ausente *P. agardhii*, común en el resto. Las criptofíceas fueron muy persistentes a lo largo de todo el año. Se formaron picos en otoño e invierno en Puente Navarro y al final del verano en Molemocho, debidos principalmente a *C. erosa*, que fue una de las especies dominantes en el humedal. Los dinoflagelados estuvieron escasamente representados, como ha ocurrido en otros sistemas de

elevada eutrofia (ÁLVAREZ COBELAS & JACOBSEN, 1992). Su presencia fue relativamente destacada únicamente en Molemocho, debido al elevado biovolumen de *P. williei*. Las crisofíceas se presentaron en invierno, y fueron junto con los dinoflagelados el grupo menos relevante. Se presentaron principalmente en Molemocho durante el invierno. Las xantofíceas tuvieron una presencia puntual en el verano, por lo que no fueron importantes.

Como se ha observado, la composición florística es semejante en todos los puntos, aunque las asociaciones de especies no son las mismas en ningún caso, es decir, no aparecen simultáneamente en los distintos puntos.

#### AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido realizado con los datos obtenidos en los proyectos financiados por el ICONA (1992-1994) y por el Organismo Autónomo de Parques Nacionales (1995-1998), que han permitido estudiar la biodiversidad del Parque Nacional Las Tablas de Daimiel.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABOAL, M., M. ÁLVAREZ COBELAS, M. ARAUZO, M. CARRASCO & *al.* (1996). Metodologías. In: M. Álvarez Cobelas & S. Cirujano (eds.), *Las Tablas de Daimiel. Ecología acuática y sociedad*: 299-304. Madrid.
- AL-KAISI, K.A. (1976). Contribution to the algal flora of the rice-fields of Southeastern Iraq. *Nova Hedwigia* 27: 813-827.
- AL-SAAD, H.A., S.E. ANTOINE & A.K.M. NURUL ISLAM (1981). Limnological investigation in Al-Hammara marsh area in southern Iraq. *Nova Hedwigia* 35: 157-165.
- ÁLVAREZ COBELAS, M. (1984). Catálogo de las algas continentales españolas. II. Craspedophyceae, Cryptophyceae, Chrysophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Haptophyceae, Phaeophyceae, Rhodophyceae, Xantophyceae. *Acta Bot. Mal.* 9: 27-40.
- ÁLVAREZ COBELAS, M. & S. CIRUJANO (eds.) (1996). *Las Tablas de Daimiel, ecología acuática y sociedad*. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid.
- ÁLVAREZ COBELAS, M. & T. GALLARDO (1988). Catálogo de las algas continentales españolas. V. Cyanophyceae Schaffner 1909. *Acta Bot. Mal.* 13: 53-76.
- ÁLVAREZ COBELAS, M., F.J. HAERING & J. ZARCO (1989). Lista florística y bibliográfica de Criptofíceas (Cryptophyceae) y Dinoflagelados (Dinophyceae) continentales de España. *Asociación Española de Limnología*. Publicación n.º 6. Madrid.
- ÁLVAREZ COBELAS, M. & B.A. JACOBSEN (1992). Hyper-trophic phytoplankton: an overview. *Freshwat. Forum* 2: 184-199.
- ÁLVAREZ COBELAS, M. & M. VERDUGO (1996). Climatología. In: M. Álvarez Cobelas & S. Cirujano (eds.), *Las Tablas de Daimiel. Ecología acuática y sociedad*: 47-55. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid.
- ANAGNOSTIDIS, K., A. ECONOMOU-AMILLI & T. TAFAS (1988). Aphanizomenon sp. from Lake Trichonis, Hellas (Greece) – A taxonomic consideration in relation to morphological and ecological parameters. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 80: 529-543.
- ANAGNOSTIDIS, K. & J. KOMÁREK (1985). Modern approach to the classification system of cyanophytes. 1. Introduction. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 71, *Algalological Studies* 38/39: 291-302.
- ANAGNOSTIDIS, K. & J. KOMÁREK (1988). Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3. Oscillatoriales. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 80, *Algalological Studies* 50/53: 327-472.
- ANTHON, A. & H. DUTHIE (1981). Use of cluster analysis in the systematics of the algal genus *Cryptomonas*. *Can. J. Bot.* 59: 992-1002.
- BERGER, C. (1984). Consistent blooming of *Oscillatoria agardhii* Gom. in shallow lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 22: 910-919.
- COMPÈRE, P. (1986). *Flore pratique des algues d'eau douce de Belgique. I. Cyanophyceae*. Meise.
- DASÍ, M.J. & M.R. MIRACLE (1991). Distribución vertical y variación estacional del fitoplancton de una laguna cárstica meromórfica, la Laguna de la Cruz (Cuenca, España). *Limnética* 7: 37-60.
- DASÍ, M.J., M.R. MIRACLE, A. CAMACHO, J.M. SORIA & E. VICENTE (1998). Summer phytoplankton assemblages across trophic gradients in hard-water reservoirs. *Hydrobiologia* 369/370: 27-43.
- FOY, R.H., C.E. GIBSON & R.V. SMITH (1976). The influence of daylength, light intensity and temperature on the growth rates of planktonic blue-green algae. *Brit. Phycol. J.* 11: 151-163.
- GARCÍA-BAYO, M.P., E. VICENTE & M.R. MIRACLE (1984). Sucesión estacional del fitoplancton de la Albufera de Valencia. *Anales Biol. Secc. Esp.* 3: 91-100.
- GASOL, J.M., R. GUERRERO, & C. PEDRÓS-ALIÓ (1992). Spatial and temporal dynamics of a metalimnetic *Cryptomonas* peak. *J. Plankton Res.* 14: 1565-1576.
- HAERING, F.J. (1984). *El estudio limnológico del embalse de Valmayor*. Tesis doctoral. Facultad de Biología, Universidad Complutense, Madrid.
- HAERING, F.J. (1987). Especies nuevas para España encontradas en el fitoplancton del embalse de Valmayor (Madrid). *Actas VI Simp. Nac. Bot. Criptog.*: 71-79.
- HINDÁK, F. (1988). Planktic species of two related genera *Cylindrospermopsis* and *Anabaenopsis* from Western Slovakia. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 80: 283-302.
- HORRA, J.L. DE LA (1996). El medio edáfico. In: M. Álvarez Cobelas & S. Cirujano (eds.), *Las Tablas de Daimiel. Ecología acuática y sociedad*: 35-46. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid.

- HUBER-PESTALOZZI, G. (1968). Cryptophyceae, Chloromonadophyceae, Dinophyceae. *Das Phytoplankton des Süßwassers* 3. Stuttgart.
- JAVORNICKY, P. (1976). Minute species of the genus *Rhodomonas* Karsten (Cryptophyceae). *Arch. Protistenk.* 118: 98-106.
- KLAVENESS, D. (1989). Biology and ecology of the Cryptophyceae. Status and challenges. *Biol. Oceanogr.* 6: 257-270.
- KOMÁREK, J. & K. ANAGNOSTIDIS (1986). Modern approach to the classification system of cyanophytes. 2. Chroococcales. *Arch. Hydrobiol. Suppl./Algological Studies* 43: 157-226.
- KOMÁREK, J. & K. ANAGNOSTIDIS (1989). Modern approach to the classification system of cyanophytes. 4. Nostocales. *Arch. Hydrobiol. Suppl./Algological Studies* 56: 247-345.
- KOMÁREK, J. & K. ANAGNOSTIDIS. (1999). Cyanoprokariota. I. Chroococcales. *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 19/1. Jena.
- LUND, J.W.G., C. KIPLING & E.D. LE CREN (1958). The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. *Hydrobiologia* 11: 143-170.
- MEFFERT, M.E. (1987). Planktic unsheathed filaments (Cyanophyceae) with polar and central gas-vacuoles. I. Their morphology and taxonomy. *Arch. Hydrobiol./Suppl.* 76: 315-346.
- MITSCH, W.J. & J.G. GOSELINK (1993): *Wetlands*. New York.
- OECD (1982). *Eutrophication of waters: monitoring, assesment and control*. Organization of Economic Cooperation and Developements, Paris.
- OLRIK, K. (1994). *Phytoplankton Ecology*. København.
- PAERL, H. (1991). Growth and reproductive strategies of freshwater blue-green algae (Cyanobacteria). In: C.D. Sandgren (ed.), *Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton*. Cambridge.
- PANKOW, H., H.A. AL-SAAFI, M.F. HUQ & R.A.M. HADI (1979). On the algal flora of the marshes near Qurna (Southern Iraq). *Willdenowia* 8: 493-506.
- POPOVSKÝ, J. & L.A. PFIESTER (1990). Dinophyceae (Dinoflagellida). *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 6. Jena.
- REYNOLDS, C.S. (1984). *The ecology of freshwater phytoplankton*. Cambridge.
- ROJO, C. (1996). Fitoplancton. In: M. Álvarez Cobelas & S. Cirujano (eds.), *Las Tablas de Daimiel. Ecología acuática y sociedad*: 107-116. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid.
- ROJO, C. & M. ÁLVAREZ COBELAS (1989). Iconografía de cuatro especies del género *Oscillatoria*. *Anales Jard. Bot. Madrid* 46: 71-82.
- ROJO, C. & M. ÁLVAREZ COBELAS (1992). Taxonomy and ecology of phytoplankton in a hypertrophic gravel-pit lake. I. Blue-Green algae. *Arch. Protistenkd.* 142: 77-90.
- ROJO, C. & M. ÁLVAREZ COBELAS (1993). Taxonomy and ecology of phytoplankton in a hypertrophic gravel-pit lake. II. Cryptophyceae, Euglenophyceae, Dinophyceae. *Nova Hedwigia* 57: 47-63.
- ROJO, C., E. ORTEGA-MAYAGOITIA & M. ÁLVAREZ COBELAS (2000). Lack of phytoplankton assemblage pattern. Or what does the exception to the rule mean? *Hydrobiologia* (en prensa).
- ROJO, C., E. ORTEGA-MAYAGOITIA & V. CONFORTI (1999). Fitoplancton del Parque Nacional de Las Tablas de Daimiel. I. Euglenofitas. *Anales Jard. Bot.* 57: 15-23.
- ROMO, S. (1991). *Estudio del fitoplancton de la Albufera de Valencia, una laguna hipertrófica y somera, entre 1980 y 1988*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Valencia.
- ROMO, S. & M.R. MIRACLE (1993). Long-term periodicity of *Planktothrix agardhii*, *Pseudanabaena galeata* and *Geitlerinema* sp. in a shallow hypertrophic lagoon, the Albufera of Valencia (Spain). *Arch. Hydrobiol.* 126: 469-486.
- ROMO, S. & M.R. MIRACLE (1994). Population dynamics and ecology of subdominant phytoplankton species in a shallow hypertrophic lake (Albufera of Valencia, Spain). *Hydrobiologia* 273: 37-56.
- ROTT, E. (1981). Some results from phytoplankton counting intercalibrations. *Schweiz. Z. Hydrol.* 43: 34-62.
- RUBIO, A. & M. ÁLVAREZ COBELAS (1996). Datos físico-químicos. In: M. Álvarez Cobelas & S. Cirujano (eds.), *Las Tablas de Daimiel. Ecología acuática y sociedad*: 305-326. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid.
- SÁNCHEZ-CARRILLO, S. & M. ÁLVAREZ COBELAS (1999). Nutrient dynamics and eutrophication patterns in a semiarid wetland: the effects of fluctuating hydrology. *Water Air Soil Pollut.* (en prensa).
- SÁNCHEZ-CARRILLO, S., M. ÁLVAREZ COBELAS, S. CIRUJANO, P. RIOLOBOS, M. MORENO-PÉREZ & C. ROJO (1999). Rainfall driven changes in the biomass of a semiarid wetland. *Verh. Int. Verein. Limnol.* 27 (en prensa).
- SKUJA, H. (1948). Taxonomie des Phytoplanktons einiger Seen in Uppland, Schweden. *Symb. Bot. Upsal.* 9: 1-399.
- STARMACH, K. (1985). Chrysophyceae und Haptophyceae. *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 1. Jena.
- TELL, G. & V. CONFORTI (1986). *Euglenophyta pigmentadas de la Argentina*. Stuttgart.
- TROYA, A. & M. BERNUÉS (eds.) (1990). *Humedales españoles en la lista del Convenio de Ramsar*. Madrid.
- VILASECA, J.M. (1978). *El fitoplancton de los lagos pirenaicos*. Tesina de licenciatura. Facultad de Biología, Universidad de Barcelona.