

FITOPLANCTON DE UNA LAGUNA PAMPÁSICA (SAN MIGUEL DEL MONTE, BUENOS AIRES, ARGENTINA): VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LOS GRUPOS FUNCIONALES

K. QUAÍNI, L. SOLARI Y G. RUIZ

Instituto de Limnología «Dr. Raúl A. Ringuelet», Florencio Varela, Buenos Aires
karina@ilpla.edu.ar

ABSTRACT. Phytoplankton assemblages were analyzed taking into account the functional groups in a shallow lake connected to the lower basin of Salado River. Samples were obtained monthly (9/1997-8/1998), from the affluent (E1), San Miguel del Monte lake (E2) and the connection with Las Perdices lake (E3). Species with biovolume higher than $0.5 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$ and contributing to 5-73 % of total biovolume were selected. Moderate eutrophy favored the development of filamentous cyanobacteria (S1 and S2 functional groups), unicellular flagellates (Y and X2) and nitrogen fixed cyanobacteria (H and H1). Colonial cyanobacteria (X1 and K) coexisted with filamentous cyanobacteria in coincidence with high phosphorus values. Biovolume of unicellular flagellates increased in relation to the input of nutrients from Salado River. At E3, filamentous cyanobacteria (S1, S2, H1 and H) were dominant and species of Y and X1 groups were co-dominant. At E1, colonial cyanobacteria (M), typical from eutrophic lakes with high organic matter, were found in high densities. Phytoplankton functional classification introduced by Reynolds gives an invaluable information and represents a good complement to understand the ecological characteristics of the algae and the phytoplankton dynamics in San Miguel del Monte Lake.

Keywords: phytoplankton, functional groups, biovolume, shallow lake.

Palabras clave: fitoplancton, grupos funcionales, biovolumen, laguna.

INTRODUCCIÓN

Establecer categorías ecológicas en el fitoplancton y su uso para describir las variaciones en su composición en lagos tiene una larga historia (Reynolds *et al.*, 2002). Para tal fin se ha desarrollado un sistema de organización para el fitoplancton a través de grupos funcionales de especies que potencialmente pueden dominar o co-dominar en los lagos (Reynolds, 1997; Reynolds *et al.*, 2002).

En base al análisis anual (1997-1998) de la estructura y dinámica del fitoplancton en la laguna San Miguel del Monte en tres sitios de muestreo con características ambientales diferentes, se identificaron las estrategias de vida de las especies (Solari *et al.*, 2003; Ruiz *et al.*, en revisión). El objetivo del presente trabajo fue conocer la respuesta de las especies individuales a las características ambientales marcadamente diferentes (físico-químicas e hidrometeorológicas) de cada uno de los tres sitios de

muestreo en la laguna San Miguel del Monte. Esta respuesta se fundamenta en los aspectos adaptativos basados en los atributos morfológicos, fisiológicos y ecológicos de las especies permitiéndonos reconocer los grupos funcionales dominantes en la laguna. Reynolds ha desarrollado un sistema de organización para el fitoplancton a través de grupos funcionales de especies que potencialmente pueden dominar o co-dominar en los lagos (Reynolds, 1997; Reynolds *et al.*, 2002). En este trabajo se aplicó la clasificación de los grupos funcionales de Reynolds a las especies fitoplanctónicas más relevantes en la laguna San Miguel del Monte.

Para la laguna de Monte se pueden citar trabajos sobre zooplancton (Benítez *et al.*, 2000; Claps *et al.*, 2002; 2004), características físico-químicas (Ardohain *et al.*, 2000), estado trófico (Gabellone *et al.*, 2002) y dinámica fitoplanctónica (Solari *et al.*, 2002; 2003). Asimismo, se ha desarrollado un trabajo que analiza las estra-

tegas de vida de las especies fitoplanctónicas (C-R-S) en relación a eventos hidrometeorológicos ocurridos en la laguna de Monte (Ruiz *et al.*, en revisión).

MATERIALES Y MÉTODOS

La laguna San Miguel del Monte está localizada en la cuenca inferior del río Salado en la pampa deprimida, al NE de la provincia de Buenos Aires (35°26' S y 58°49' O). Recibe un único afluente permanente, el Arroyo El Totoral, y tiene un área de 655 ha, un volumen de 8,52 hm³ y una profundidad media de 1,3 m (Dangavs, 1973). La laguna presenta una compuerta que impide su conexión con la laguna Las Perdices. Los muestreos se realizaron mensualmente en tres estaciones de muestreo: en el Arroyo El Totoral (E1), en la zona más profunda de la laguna (E2) y en la compuerta que comunica con la laguna Las Perdices (E3) durante el período 9/97-8/98 (Fig. 1). Una inundación proveniente del río Salado en mayo imposibilitó el muestreo en ese mes. Las muestras de fitoplancton se obtuvieron con una bomba centrífuga y se fijaron con Lugol acético. El biovolumen (mm³.l⁻¹) fue calculado aplicando las dimensiones celulares a figuras geométricas con fórmulas de la literatura (Lewis, 1976;

Wetzel & Likens, 1991). La dimensión lineal máxima se expresó como DLM. El análisis cuantitativo se realizó según la técnica de Utermöhl (1958). Asimismo se extrajeron muestras de agua para los análisis de fósforo total (PT) y polifenoles solubles (American Public Health Association (APHA), 1995). La concentración de polifenoles solubles se utilizó como medida indirecta de materia orgánica disuelta. La transparencia se midió con el disco de Secchi. Por otra parte se midieron algunos parámetros físico-químicos con un sensor múltiple Horiba U-10 (conductividad, temperatura, pH y oxígeno disuelto (OD)). Se seleccionaron las especies con un biovolumen superior a 0,5 mm³.l⁻¹ y con una contribución entre el 5-73% al biovolumen total. Las especies fueron clasificadas de acuerdo al esquema de los grupos funcionales propuestos por Reynolds *et al.* (2002) y Padišák *et al.* (2003). Se aplicó análisis de correlación paramétrica entre algunos parámetros físico-químicos y el biovolumen de las especies.

RESULTADOS

La concentración promedio de OD fue más alta en las estaciones E2 y E3 (7,6 y 6,8 mg.l⁻¹, respectivamente) que en la estación E1 (1,6 mg.l⁻¹). La máxima conductividad se registró en la laguna al comienzo del período de muestreo (2.500 µS cm⁻¹ en E2 y en E3) y disminuyó hacia fines del período de estudio (1.210 µS.cm⁻¹ en E2 y 1.410 µS.cm⁻¹ en E3), mientras que en E1 la disminución fue más marcada (4.340 - 695 µS cm⁻¹). La concentración de PT promedio fue similar en los tres sitios (E1: 269 µg.l⁻¹; E2: 219 µg.l⁻¹ y en E3: 246 µg.l⁻¹). Los valores máximos ocurrieron en E1 en noviembre 1997 (439µg.l⁻¹) y en marzo 1998 (464 µg.l⁻¹), mientras que en E2 fue en setiembre 1997 (444µg.l⁻¹) y en E3 en junio 1998 (570 µg.l⁻¹) (Fig. 2). En la laguna el pH fue alcalino, con valores promedio de 9,54 en E2 y 9,13 en E3, mientras que en E1 fue neutro o ligeramente ácido con un valor promedio de 6,91. La transparencia promedio fue más alta en E1 (51 cm) que en E2 y en E3 (42 cm y 45 cm, respectivamente). La concentración promedio de polifenoles solubles fue: 3,45 mg.l⁻¹ en E1; 0,051 mg.l⁻¹ en E2 y 1,52 mg.l⁻¹ en E3 (Fig. 2). La estación E1 se caracterizó por

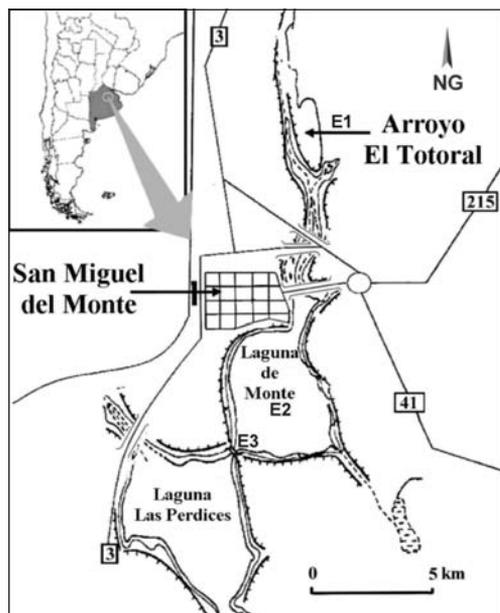


Figura 1. Mapa de la laguna San Miguel del Monte con las estaciones de muestreo.

	GF	DLM (µm)
CYANOBACTERIA		
<i>Anabaena aphanizomenoides</i> Forti	H1	40-100
<i>Anabaenopsis circularis</i> (West) Wolosz y Miller	H1	40-100
<i>A. tanganyikae</i> (West) Wolosz y Miller	H1	40-100
<i>Chroococcus dispersus</i> (Keissler) Lemm.	X1	20-40
<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> Nägeli	K	20-40
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kütz.) Kütz.	M	40-100
<i>M. pseudofilamentosa</i> Crow	M	40-100
<i>Nodularia spumigena</i> Mert.	H	> 100
<i>Oscillatoria tenuis</i> Agardh ex Gomont	S1	> 100
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemm.) Komárek	S1	40-100
<i>Raphidiopsis mediterranea</i> Skuja	S2	> 100
<i>Spirulina laxissima</i> G.S.West	S2	40-100
CHLOROPHYTA		
<i>Chlamydomonas</i> sp	X2	1a 20
<i>Monoraphidium minutum</i> (Näg.) Kom.-Legn	X1	1a 20
<i>Oocystis</i> spp	J	1a 20
<i>Tetraedron minimum</i> (A.Br.) Hansg.	X1	1a 20
BACILLARIOPHYTA		
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	A	1a 20
<i>Epithemia sorex</i> Kütz.	D	20-40
<i>Navicula radiosa</i> Kütz.	D	40-100
<i>Synedra delicatissima</i> W. Sm.	D	> 100
CRYPTOPHYTA		
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehr.	Y	1a 20
<i>C. pusilla</i> Bachm.	Y	1a 20
EUGLENOPHYTA		
<i>Euglena</i> spp	W	20-40

Tabla 1. Especies con biovolumen > 0,5 mg.l⁻¹, grupos funcionales (GF) y dimensión lineal máxima (DLM) en la laguna San Miguel del Monte.

ser un ambiente con alto disturbio hidráulico dado que es un ambiente lóxico y por otra parte presentó valores de transparencia levemente superiores al de las otras dos estaciones. En la laguna (E2) el nivel de disturbio hidráulico fue bajo y la transparencia ligeramente menor que en E1 y E3. La estación compuerta (E3) presentó condiciones de estabilidad intermedia en la columna de agua y valores de transparencia similares a los de E2 (Fig. 2).

Se identificaron 267 especies del fitoplancton durante el ciclo anual en las tres estaciones de muestreo. Las Chlorophyta contribuyeron con el mayor número de especies (102) seguidas por las Bacillariophyta (70), Cyanobacteria (47), Euglenophyta (44), Cryptophyta (2) y Dinophyta (2). Del total de especies, 23 presentaron un biovolumen superior a 0,5 mm³.l⁻¹ y contribuyeron con una abundancia relativa entre 5-73 % del biovolumen total (Tabla 1).

Las formas fisonómicas más importantes fueron las filamentosas en las estaciones E2 y E3, mientras que las coloniales lo fueron en la estación E1. Las formas unicelulares no móviles (diatomeas en E1

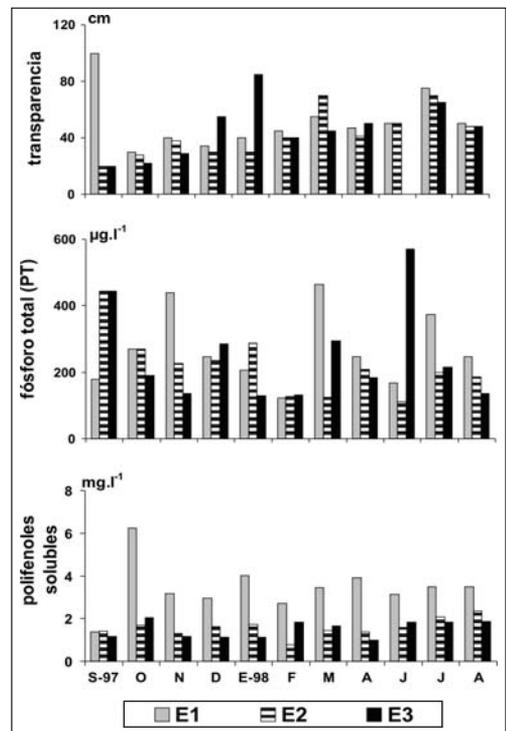


Figura 2. Variación de la transparencia, fósforo total (PT) y polifenoles solubles en las tres estaciones de muestreo durante el período 9/1997-8/1998.

y en E2 y clorofitas en E3) se destacaron en verano (enero) en las tres estaciones de muestreo con valores superiores al 75% del biovolumen total coincidiendo con el máximo desarrollo de macrófitas sumergidas (*Potamogeton pectinatus*). Las unicelulares móviles fueron importantes en E2 y en E3 en primavera temprana con especies de *Euglena* y en invierno con *Cryptomonas erosa* y *Cryptomonas pusilla*, mientras que en E1 predominó *C. erosa* a mediados de la primavera y del verano (Fig. 3a, b y c).

Las especies con DLM superior a 40 µm registraron la mayor biomasa durante el ciclo anual en las tres estaciones de muestreo (Tabla 1).

Las cianobacterias fueron el grupo taxonómico más importante en las tres estaciones de muestreo, siendo superadas por las diatomeas durante enero en E1 y en E2.

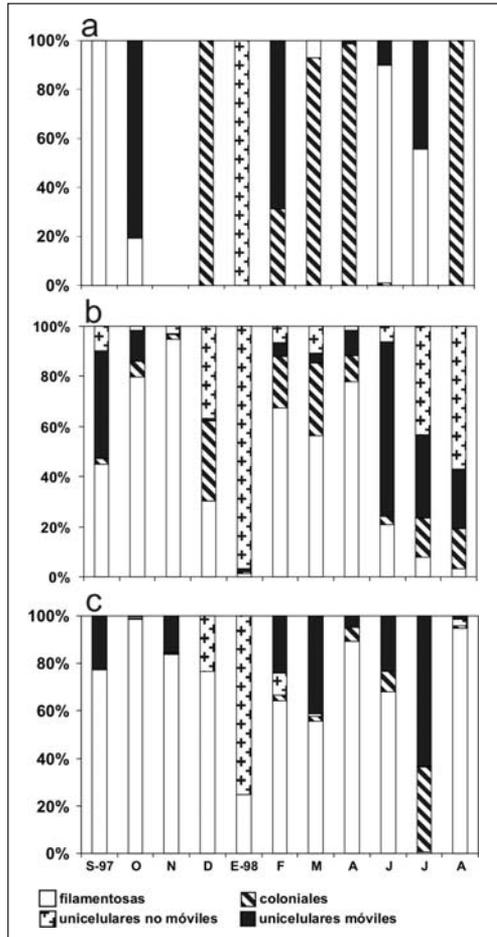


Figura 3. Variación anual del biovolumen (%) de los grupos fisonómicos del fitoplancton en los tres sitios de muestreo: (a) Arroyo El Totoral (E1), (b) laguna San Miguel del Monte (E2) y (c) compuerta (E3).

Las clorofitas alcanzaron su pico máximo en enero en E3, mientras que las criptofitas dominaron en julio en E3 y en octubre y febrero en E1 (Fig. 4a, b y c). Las cianobacterias fueron las que más contribuyeron a la biomasa total del fitoplancton: 68% de la biomasa anual promedio en la laguna, 72 % en compuerta y 90% en el arroyo.

El mayor biovolumen promedio anual se registró en E3 (26 mm³.l⁻¹) y el menor en E1 (2,58 mm³.l⁻¹), mientras que en E2 alcanzó un valor de 13,8 mm³.l⁻¹ (Fig. 5).

En las Figuras 6 y 7 pueden observarse las variaciones espacio-temporales de las asociaciones del fitoplancton en cada una de las diferentes estaciones de muestreo durante el ciclo anual.

En el arroyo (E1) se destacó el grupo funcional **M** (*Microcystis aeruginosa* y *Microcystis pseudofilamentosa*) que predo-

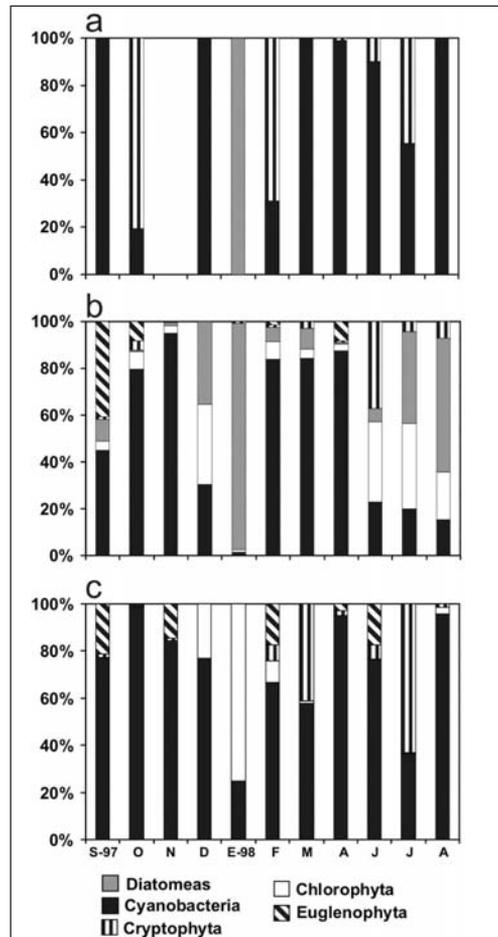


Figura 4. Variación del biovolumen (%) de los grupos taxonómicos del fitoplancton en los tres sitios de muestreo: (a) Arroyo El Totoral (E1), (b) laguna San Miguel del Monte (E2) y (c) compuerta (E3).

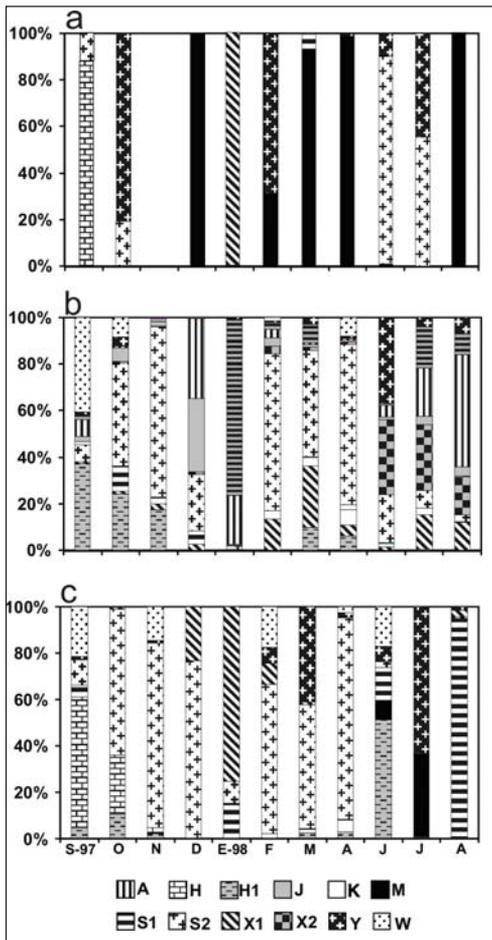


Figura 6. Variación del biovolumen (%) de los grupos funcionales del fitoplancton en los tres sitios de muestreo: (a) Arroyo El Totoral (E1), (b) laguna San Miguel del Monte (E2) y (c) compuerta (E3).

minó en verano temprano (diciembre) con *M. pseudofilamentosa* y en otoño (marzo-abril) y a fines del invierno (agosto) con *M. aeruginosa*, en coincidencia con una elevada concentración de polifenoles solubles y altos niveles de PT ($r=0,54, P<0,05$) (Fig. 2). El grupo **H** (*Nodularia spumigena*) fue dominante en primavera (octubre) coincidiendo con la concentración de oxígeno disuelto más alta, el pH más alcalino y la mayor conductividad durante el ciclo anual. **S2** (*Raphidiopsis mediterranea*) dominó en invierno (junio-julio). El grupo **D** (*Synedra delicatissima*) dominó en biomasa sólo durante el verano temprano (enero) en coincidencia con el máximo desarrollo de macrófitas sumergidas. El grupo **Y** (*C. erosa*) fue importante en primavera (octubre), verano tardío (febrero) e invierno (ju-

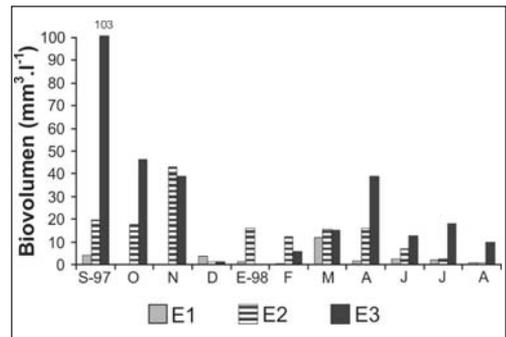


Figura 5. Variación del biovolumen total ($\text{mm}^3 \cdot \text{l}^{-1}$) del fitoplancton en los tres sitios de muestreo: Arroyo El Totoral (E1), laguna San Miguel del Monte (E2) y compuerta (E3).

lio) (Figs. 6a y 7).

En la laguna (E2) el grupo funcional **S2** (*R. mediterranea* y *Spirulina laxissima*) fue dominante durante la primavera y en el periodo verano tardío-otoño con valores que superaron el 50 % de la biomasa total, favorecido por la disponibilidad de nutrientes. **H1** (*Anabaena aphanizomenoides*) fue importante en primavera con especies de cianobacterias fijadoras de nitrógeno. Los grupos **Y** (*C. erosa*) y **X2** (*Chlamydomonas* sp) incrementaron su biovolumen durante el invierno en relación al aporte de nutrientes aportados desde el río Salado durante un periodo de inundación ocurrido en mayo de 1998 (Fig. 2). Los grupos **J** (*Oocystis* spp) y **A** (*Cyclotella meneghiniana*) coexistieron en el verano en coincidencia con el desarrollo de macrófitas sumergidas y un aumento en la transparencia (Fig. 2). El grupo **D** (*Epithemia sorex* y *Navicula radiosa*) dominó en enero con especies provenientes de la comunidad perifítica. Los grupos **K** (*Coelosphaerium kuetzingianum*) y **X1** (*Chroococcus dispersus* y *Tetraedron minimum*) coexistieron en verano tardío-otoño con valores bajos de biovolumen y simultáneamente con un aumento en la concentración de fósforo (Fig. 2). El grupo **W** (*Euglena* spp), característico de ambientes someros ricos en materia orgánica, tuvo su máximo desarrollo en primavera en coincidencia con valores altos de polifenoles solubles que indican aportes alóctonos de materia orgánica (Fig. 6b). El grupo **S1** (*Pseudanabaena limnetica*) tuvo su máxima biomasa en octubre con muy baja transparencia ($r=-0,55, P<0,05$) (Fig. 2) (Figs. 6b y 7).

En compuerta (E3), el grupo funcional dominante fue **S2** (*R. mediterranea* y *S.*

laxissima) durante la primavera y el período verano tardío-otoño con valores 50-90% del biovolumen total, coincidiendo con valores de transparencia entre 0,30-0,50 m (Fig. 2). **H1** (*A. aphanizomenoides*, *Anabaenopsis circularis* y *Anabaenopsis tanganykae*) se destacó en primavera con cianobacterias filamentosas fijadoras de nitrógeno en coincidencia con los valores más bajos de transparencia ($r = -0,64$) (Fig. 2). *N. spumigena* (grupo **H**) fue dominante

en primavera coincidiendo con uno de los valores más altos de fósforo (Fig. 2) **X1** (*Monoraphidium minutum* y *T. minimum*) dominó en verano con formas unicelulares inmóviles coincidiendo con valores altos de transparencia. **Y** (*C. erosa* y *C. pusilla*) fue importante en julio con valores de 40 a 60 % del biovolumen total. *C. pusilla* predominó en julio en coincidencia con el aumento de nutrientes debido a la inundación del río Salado (Fig.2). **W** (*Euglena*

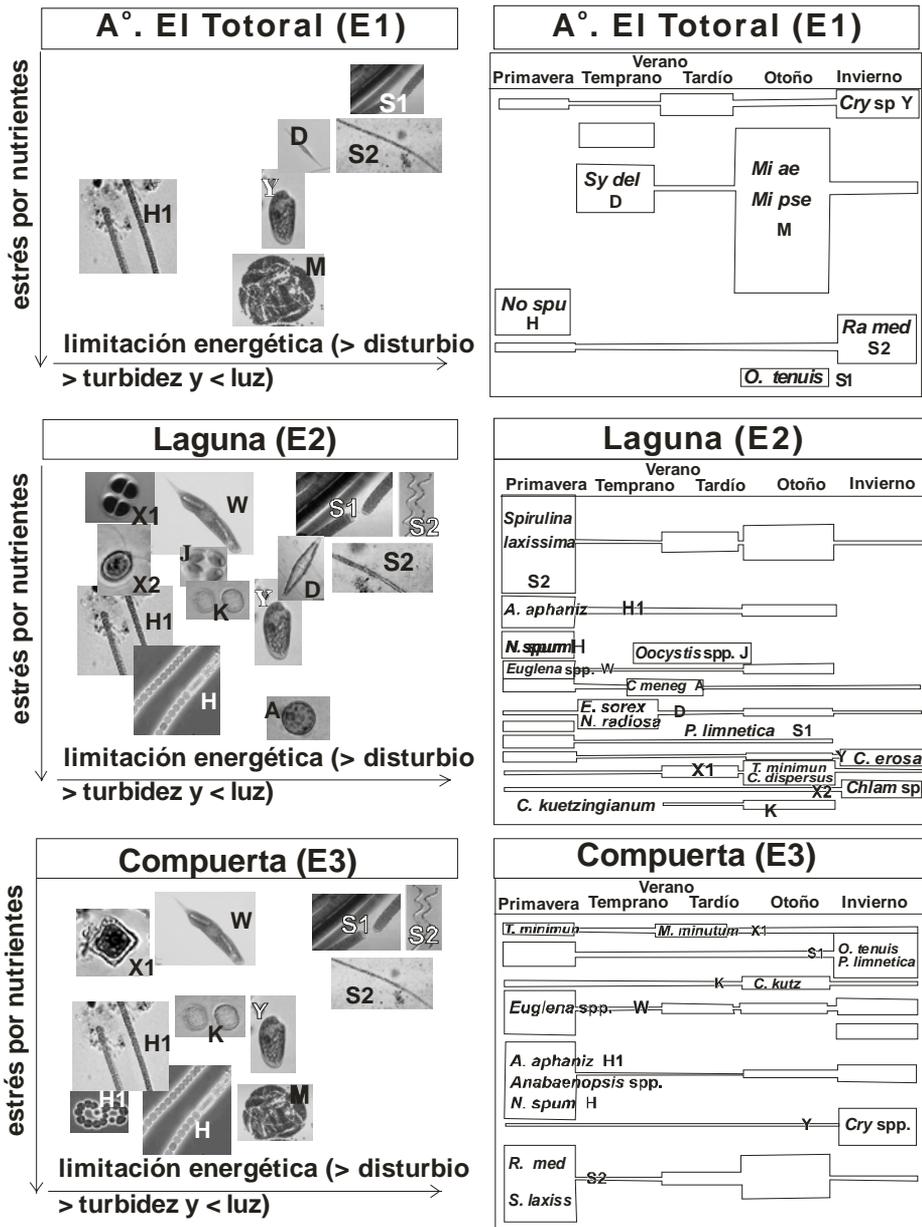


Figura 7. Sucesión estacional de los grupos funcionales hallados en las tres estaciones de muestreo en la laguna San Miguel del Monte durante el período 9/1997-8/1998.

spp) se destacó durante el ciclo anual en coincidencia con valores altos de polifenoles solubles y con valores bajos de transparencia ($r = -0,54$, $P < 0,05$) (Fig. 2).

S1 (*P. limnetica* y *Oscillatoria tenuis*), contribuyó con el 94 % a la biomasa total en agosto coincidiendo con un marcado descenso en la concentración de oxígeno disuelto y un aumento en el nivel de polifenoles solubles. El grupo **K** estuvo representado por *C. kuetzingianum* en otoño con valores bajos de biovolumen (Figs. 6c y 7).

DISCUSIÓN

El sistema de organización para el fitoplancton en grupos funcionales de Reynolds (Reynolds, 1997; Reynolds *et al.*, 2002) fue aplicado no sólo en ambientes lénticos (Kruk *et al.*, 2002; Allende & Izaguirre, 2003; Huszar *et al.*, 2003; O'Farrell *et al.*, 2003; Padisák *et al.*, 2003) sino también en lóxicos (Devercelli, 2006). Este esquema de formas de vida es muy útil para explicar y predecir cambios ambientales con una mejor interpretación limnológica (Weithoff, 2003). Esta clasificación muestra la simultaneidad de respuestas de especies individuales a las condiciones ambientales como el tamaño del lago, régimen de mezcla, nutrientes, disponibilidad de luz y carbono, entre otras.

Las condiciones meso-eutróficas de la laguna San Miguel del Monte (Gabellone *et al.*, 2002; Solari *et al.*, 2002, 2003) y las altas concentraciones de nutrientes, no limitantes para el crecimiento del fitoplancton, permitieron que se estableciera una comunidad taxonómica y fisonómicamente dominada por cianobacterias filamentosas y coloniales (Izaguirre & Vinocur, 1994 a, b). De acuerdo a la clasificación de grupos funcionales, las especies de las tres estaciones de muestreo tienen en común que están adaptadas a ambientes que no sufren estrés por nutrientes (Reynolds, 1997; Reynolds *et al.*, 2002).

Las cianobacterias fueron dominantes en cuanto a biomasa y formas fisonómicas en las tres estaciones de muestreo, ya que están asociadas a condiciones eutróficas con baja relación N:P (Ruiz *et al.*, en revisión), pH alcalino y temperatura alta (Reynolds, 1984; Olrik & Nauwerck, 1993; Scheffer *et al.*, 1997). Las asociaciones de especies de cianobacterias estuvieron representadas por los grupos funcionales **H**,

S1, **S2** y **M**, de acuerdo con la clasificación propuesta por Reynolds (1997).

El grupo **H** (*A. aphanizomenoides*, *Anabaenopsis circularis*, *Anabaenopsis tanguyana* y *Nodularia spumigena*), cianobacterias fijadoras de nitrógeno, fueron tolerantes a bajas concentraciones de nitrógeno y sensibles a escasa intensidad de luz (Reynolds *et al.*, 2002). El grupo **S1** (*P. limnetica* y *Oscillatoria tenuis*) integrado por cianobacterias filamentosas sin heterocistos fue importante con alta concentración de fósforo y baja transparencia (Romo & Villena, 2005). Las Oscillatoriales están adaptadas a vivir en condiciones de baja intensidad de luz y son comunes en fases turbias en lagos someros (Scheffer *et al.*, 1997). *R. mediterranea* y *Spirulina laxissima* (grupo **S2**) tolerantes a condiciones de baja intensidad lumínica (Reynolds *et al.*, 2002) estuvieron presentes durante la fase de aguas turbias (Ruiz *et al.*, en revisión). *M. aeruginosa* y *M. pseudofilamentosa* (grupo **M**) que predominan con niveles de fósforo entre 256-832 $\mu\text{g.l}^{-1}$ (Romo & Villena, 2005) se presentaron dentro de este intervalo en la laguna. La secuencia de cianobacterias fijadoras de nitrógeno y especies de *Microcystis* descrita por Reynolds para otros ambientes (Fogg *et al.*, 1973), ocurrió en el arroyo El Totoral. El desarrollo de especies de *Euglena* (grupo **W**) se vio favorecido, posiblemente, por la elevada concentración de polifenoles disueltos también descrito por Ibáñez (1997). La presencia y abundancia de *C. pusilla* (grupo **Y**) en relación con la inundación del río Salado ha sido señalada también para otros ambientes (García de Emiliani & Devercelli, 2003).

De acuerdo a la clasificación de Reynolds *et al.* (2002), los grupos funcionales hallados en cada estación de muestreo en la laguna San Miguel del Monte respondieron a las características ambientales propias de cada sitio (Solari *et al.*, 2003; Ruiz *et al.*, en revisión).

Esta clasificación da una información invaluable y complementaria sobre las estrategias y adaptaciones algales para comprender la ecología del fitoplancton en la laguna San Miguel del Monte, así como también para explicar y predecir cambios ambientales a partir del análisis de los grupos funcionales en cualquier cuerpo de agua.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Municipalidad de San Miguel del Monte por su colaboración en

la realización de los muestreos. Esta investigación fue subvencionada por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) (PMT-PICT 0409), CONICET (PIA6420) y la Universidad Nacional de La Plata (N°208). Este trabajo es una Contribución Científica N° 817 del Instituto de Limnología «Dr. R. A. Ringuelet».

BIBLIOGRAFÍA

- Allende, L. y I. Izaguirre.** 2003. The role of physical stability on the establishment of steady state in the phytoplankton community of two Maritime Antarctic lakes. *Hydrobiologia*, 502: 211-224.
- American Public Health Association.** 1995. Standard Methods for the Examination of Waters and Wastewaters. 19th ed. American Public Health Association / American Water Works Association / Water Pollution Control Federation, Washington DC.
- Arдохайн, D., N. Gabellone, M. C. Claps, L. Solari y C. Suárez.** 2000. Influencia de la dinámica hidrológica sobre algunas características físico-químicas del agua de la laguna de Monte (Pdo. de San Miguel del Monte, Bs.As.). *Diversidad y Ambiente*, 1: 21-27.
- Benítez, H. H. y M. C. Claps.** 2000. Zooplancton de una laguna pampásica (Monte) y su afluente (El Totoral). Caracterización estructural en un ciclo anual. *Diversidad y Ambiente*, 1: 87-96.
- Claps M., H. Benítez y N. Gabellone.** 2002. Vertical distribution of zooplankton in a pampean shallow lake (Argentina). *Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 23: 1032-1036
- Claps M., N. Gabellone y H. Benítez.** 2004. Zooplankton biomass in an eutrophic shallow lake (Buenos Aires, Argentina): spatio-temporal variations. *Annales Limnologie*, 40: 201-210.
- Dangavs, N. V.** 1973. Estudios geológicos en la laguna San Miguel del Monte. *Revista Museo La Plata*, 8: 1-313.
- Devercelli M.** 2006. Phytoplankton of the Middle Paraná River during an anomalous hydrological period: a morphological and functional approach. *Hydrobiologia*, 563: 465-478.
- Fogg, G. E., W. D. P. Stewart, P. Fay y A. E. Walsby.** 1973. The blue-green algae. Academic Press, London and New York, 459 pp.
- Gabellone, N. A., L. Solari y M. Arдохайн.** 2002. Changes of the trophic status of a pampean shallow lake: causes and consequences. *Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 28: 1626-1630.
- García de Emiliani, M. O. y M. Devercelli.** 2003. Influencia del fenómeno «El Niño» sobre el transporte y la estructura del fitoplancton en el cauce principal del río Paraná Medio, Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 38: 29-38.
- Huszar, V. L., C. Kruk y N. Caraco.** 2003. Steady-state assemblages of phytoplankton in four temperate lakes (NE USA). *Hydrobiologia*, 502: 97-109.
- Ibáñez, M. S. R.** 1997. Phytoplankton biomass of a central Amazonian floodplain lake. *Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 26: 605-609.
- Izaguirre I. y A. Vinocur.** 1994 a. Typology of shallow lakes of the Salado river basin (Argentina), based on phytoplankton communities. *Hydrobiologia*, 227: 49-62.
- Izaguirre I. y A. Vinocur.** 1994 b. Algal assemblages from shallow lakes of Salado River Basin (Argentina). *Hydrobiologia*, 289: 57-64.
- Kruk, C., N. Mazzeo, G. Lacerot y C. S. Reynolds.** 2002. Classification schemes for phytoplankton: a local validation of a functional approach to the analysis of species temporal replacement. *Journal of Plankton Research*, 24: 901-912.
- Lewis, W.M.** 1976. Surface/Volume ratio: implications for phytoplankton morphology. *Science*, 192: 885-887.
- O'Farrell, I., R. Sinistro, I. Izaguirre y F. Unrein.** 2003. Do steady state assemblages occur in shallow lentic environments from wetlands? *Hydrobiologia*, 502: 197-209.
- Olrik, K. y A. Nauwerck.** 1993. Stress and disturbance in the phytoplankton community of a shallow, hypertrophic lake. *Hydrobiologia*, 249: 15-24.
- Padisák, J., G. Borics, G. Fehér, I. Grigorszky, I. Oldal, A. Schmidt y Z. Zámóné-Doma.** 2003. Dominant species, functional assemblages and frequency of equilibrium phases in late summer phytoplankton assemblages in Hungarian small shallow lakes. *Hydrobiologia*, 502: 157-168.
- Reynolds, C. S.** 1984. The Ecology of Freshwater Phytoplankton. Cambridge University Press, Cambridge, 384 pp
- Reynolds, C. S.** 1997. Vegetation processes in the pelagic: a model for ecosystem theory, Ecology Institute, D-21385 Oldendorf/Luhe, Germany, 371 pp.
- Reynolds, C.S., V. Huszar, C. Kruk, L. Naselli-Flores y S. Melo.** 2002. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research*, 24: 417-428.
- Romo, S. y M. J. Villena.** 2005. Phytoplankton strategies and diversity under different nutrient levels and planktivorous fish densities in a shallow Mediterranean lake. *Journal of Plankton Research*, 27: 1273-1286.
- Scheffer, M., S. Rinaldi, A. Gagnani, L. R. Mur y E. H. Van Ness.** 1997. On the dominance of filamentous cyanobacteria in shallow turbid lakes. *Ecology*, 78: 272-282.
- Solari, L., M. E. Mac Donagh y G. Ruiz.** 2002. Vertical distribution of phytoplankton in a pampean shallow lake. *Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 23: 1362-1365
- Solari, L., N. Gabellone, M. Mac Donagh y G. Ruiz.** 2003. Estructura y dinámica del fitoplancton en la cuenca de una laguna pampásica (San Miguel del Monte, Buenos Aires, Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 38: 65-73.
- Utermöhl, H.** 1958. Zür Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitteilungen Internationale Vereinigung Limnologie*, 9: 1-38.
- Weithoff, G.** 2003. The concepts of plant functional types and functional diversity in lake phytoplankton: a new understanding of phytoplankton ecology? *Freshwater Biology*, 48: 1669-1675.
- Wetzel, R. G. y G.E. Likens.** 1991. Limnological analyses. Springer-Verlag, New York, 391 pp.