

# Limnología del embalse Dr. C. Gelsi (El Cadillal), Tucumán – Argentina. IV: Cambios espaciales y temporales del fitoplancton<sup>1</sup>

SILVIA MARTÍNEZ DE MARCO<sup>2</sup> y BEATRIZ C. TRACANNA<sup>2-3</sup>

<sup>(1)</sup> Trabajo financiado por el CIUNT, proyecto 26/G128 y CONICET, PIP N° 0871/98.

<sup>(2)</sup> Instituto de Ficología de la Fundación Miguel Lillo e ILINOA (Instituto de Limnología del Noroeste Argentino) de la Facultad de Cs. Nat. e I.M.L. (UNT).

<sup>(3)</sup> CONICET.

Miguel Lillo 205. 4000 - San Miguel de Tucumán (Argentina).

**Resumen.** El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar los cambios espaciales y temporales del fitoplancton de la zona limnética del embalse Dr. C. Gelsi (El Cadillal) Tucumán, Argentina, mediante el estudio de la riqueza específica, abundancia, diversidad específica, biomasa y el análisis estadístico de la comunidad algal a distintos niveles de profundidad, durante dos ciclos anuales. En ambos períodos estudiados se registraron importantes fluctuaciones temporales del fitoplancton asociadas a los factores ambientales. La densidad fitoplanctónica disminuyó notablemente durante los meses de aguas altas debido al efecto de dilución, fluctuando en forma conjunta con la biomasa. La riqueza y diversidad específica fueron, en general, menores en profundidad y esta última se correlacionó directamente con el caudal. El análisis de agrupamiento, utilizando la estructura del fitoplancton, separó a las especies comunes de todo el perfil durante los dos años estudiados (*Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen, *Cyclotella meneghiniana* Kützing y *Closterium acutum* var. *variabile* (Lemmermann) Geitler) y a las propias de superficie y 10 metros. Asimismo, reveló diferencias entre las muestras superficiales de los meses cálidos para ambos años, y agrupó a las muestras de los 10 m y fondo.

Palabras claves: algas, fitoplancton, embalse, Tucumán, Argentina.

**Abstract.** Martínez De Marco, S. y B. C. Tracanna. Limnology of Dr. C. Gelsi's reservoir (El Cadillal), Tucumán - Argentina. IV: Spatio-temporal changes of phytoplankton.

The aim of this paper was to evaluate the spatial and seasonal changes of the phytoplankton in the limnetic area of Dr. Gelsi's reservoir (El Cadillal), Province of Tucumán, Argentina. Algal richness, abundance, species diversity, biomass, and the statistical analysis of algal community at different levels of depth were the phytoplanktonic parameters studied for two periods, in which important temporal fluctuations of the phytoplankton related to environmental factors were registered. Phytoplankton density and biomass decreased markedly during the high water months due to the dilution effect. In general, algal richness and species diversity were lower at higher depths, the latter showing a direct correlation with water discharge closely related to the volume. Cluster analysis based on phytoplankton structure emphasized the importance of the common species present all along the profile during the studied years (*Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen, *Cyclotella meneghiniana* Kützing and *Closterium acutum* var. *variabile* (Lemmermann) Geitler) and those characteristic of surface and 10 meters, indicated differences between surface samples of the summer months for both periods, and it grouped the 10 m and bottom samples.

Key words: algae, phytoplankton, reservoir, Tucumán, Argentina

## Introducción

El presente trabajo constituye un nuevo aporte al estudio integral del embalse Dr. C. Gelsi (El Cadillal) provincia de Tucumán - Argentina, tendiente al conocimiento limnológico de los embalses de la región (Seeligmann y Tracanna, 1994; Tracanna *et al.*, 1991; Tracanna y Seeligmann, 1992 y Tracanna *et al.*, 1996). Dicho embalse ubicado entre 26°35'S y 65°14'O a 611 m snm, tiene una superficie de 13,5 km<sup>2</sup>, posee una profundidad media de 27,8 m y un volumen de 240,8 hm<sup>3</sup>. El tiempo de residencia es de 0,51 años (Calcagno *et al.*, 1995).

Tracanna *et al.* (1991) estudiaron al embalse desde los aspectos sedimentológicos, térmicos y ópticos, y lo caracterizaron como subrectangular, alargado en sentido norte-sur, monomítico cálido, con aguas bicarbonatadas-sulfatadas-cálcicas en 1987 a sulfatadas-bicarbonatadas-sódicas-cálcicas en 1988, con un período de aguas bajas de octubre a diciembre y uno de aguas altas de febrero a abril con una fuerte influencia de los sólidos suspendidos aportados por los tributarios.

Seeligmann y Tracanna (*op. cit.*) identificaron 45 especies fitoplanctónicas de muestras superficiales en el período 1987-88, de las cuales 22 correspondieron a las Chlorophyta, 15 a las Bacillariophyceae, 7 a las Cyanophyceae y 1 a las Pyrrophyta.

Continuando con el estudio del embalse, Tracanna y Seeligmann (*op. cit.*), analizaron la abundancia, volumen celular, biomasa y diversidad específica del fitoplancton superficial en el mismo período de los trabajos anteriores. La concentración algal varió entre 1,7 - 389 ind mL<sup>-1</sup> y la biomasa entre 0,01-4,3 mg L<sup>-1</sup>. La diversidad específica osciló entre 0,4 - 2,6. Posteriormente, Tracanna *et al.*

(1996) estudiaron comparativamente la comunidad fitoplanctónica de los embalses Dr. C. Gelsi y Río Hondo en relación al estado trófico.

El objetivo del presente trabajo tiende a evaluar la estructura y dinámica del fitoplancton mediante el estudio de la abundancia, diversidad específica y biomasa de esta comunidad a 10 metros de profundidad y fondo y analizar el agrupamiento de la abundancia algal de dos ciclos anuales en tres niveles hidrométricos del embalse superficie, 10 m y fondo.

## Material y Métodos

Las muestras destinadas al estudio cuali y cuantitativo del fitoplancton fueron colectadas en la zona más profunda del embalse (Fig. 1) en los siguientes niveles: 10 m y fondo ( $\pm$  40 m de profundidad según el nivel hidrométrico). Las muestras se extrajeron mediante trampa de Schindler-Patalas, filtrando 50 L con red de 25  $\mu$ m de malla para las cualitativas y se llenaron directamente envases plásticos de 500 cc para las cuantitativas. Ambas se fijaron con formaldehído al 4 %. El muestreo fue realizado con una periodicidad mensual durante los años 1987-88, entre las 14 y 17 horas.

La bibliografía que se utilizó para la identificación de las especies fue: Anagnostidis & Komárek (1988), Desikachary (1959), Frémy (1930), Geitler (1930-31), Germain (1981), Huber-Pestalozzi (1961), Komárek & Anagnostidis (1986), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991), Patrick & Reimer, (1966, 1975), Prescott (1961), entre otros.

El recuento de la ficoflora se efectuó bajo microscopio invertido. Las muestras se sedimentaron en cámaras de 50 mL, contándose en forma completa con un aumento de 400 X. En algunos casos se

hicieron diluciones por la abundancia de sedimentos. Asimismo, cabe señalar que las muestras del fondo de febrero y junio de 1988, colectadas para el análisis cuantitativo no fueron contadas por motivos ajenos a nuestra voluntad.

Se analizó la abundancia y diversidad específica (Shannon y Weaver, 1963). La biomasa se calculó multiplicando el volumen de cada individuo por su densidad.

Los resultados se expresaron en unidad de peso (peso seco) ( $\text{mg L}^{-1}$ ), considerando el peso específico igual a la unidad (Vollenweider, 1974).

El análisis de correlación entre los parámetros bióticos y abióticos se realizó empleando el coeficiente de Pearson mediante el programa SPSS (1992).

Para el análisis de agrupamiento se utilizó la matriz original de datos compuesta por los valores de abundancia de las 49 especies registradas en los tres niveles de profundidad: superficie, 10 m y fondo. El total de taxa estudiados se redujeron a 27, luego de eliminar aquellas que eran poco frecuentes o raras ( $= < 3$  muestras) y/o su abundancia ( $= < 2 \text{ ind mL}^{-1}$ ). Tal criterio fue adoptado, dado que las especies de aparición aleatoria y escasa podrían resultar poco confiables para los niveles estudiados. Con la información obtenida, previa transformación logarítmica, se realizó un análisis de agrupamiento de las especies y de los niveles considerados en el tiempo, usando el coeficiente de similitud coseno. En ambos casos se empleó el ligamento promedio no ponderado (UPGM). Para este análisis se utilizó el paquete estadístico NTSYS (1993). Cabe señalar que los datos de densidad del fitoplancton de las muestras superficiales fueron tomados de Tracanna y See-ligmann (*op. cit.*).

## Resultados

Se registró un total de 36 y 27 taxa algales a los 10 m y fondo, respectivamente. La figura 2 muestra las variaciones de la riqueza específica para el período estudiado. Las listas florísticas se presentan en las tablas 1 y 2. La Clase Bacillariophyceae y la División Chlorophyta fueron las mejores representadas en cuanto al número de espe-

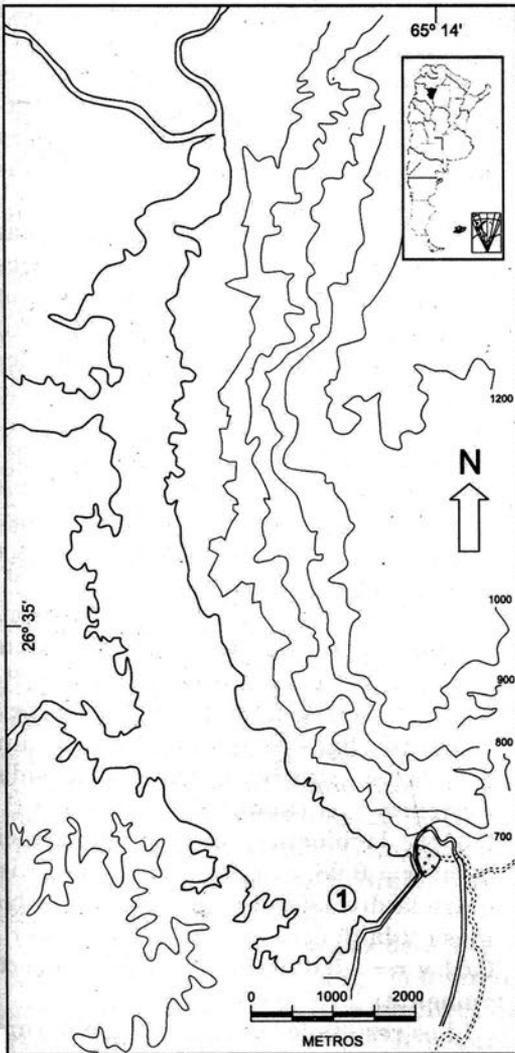


Fig. 1: Mapa del embalse Dr. C. Gelsi: 1: sitio de muestreo.

cies, con 14 y 13 de la primera y 16 y 10 de la segunda, a los 10 m y fondo, respectivamente. Además, se registraron 5 y 4 especies de algas azules a los niveles de profundidad considerados, y se observó a *Peridinium* sp. (Dinophyceae), en dos oportunidades, a los 10 m de profundidad. Las especies más frecuentes fueron *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen, *Cyclotella meneghiniana* Kützing, *Closterium acutum* var. *variabile* (Lemmermann) Geitler, *Closterium venus* Kützing y *Oocystis solitaria* Wittrock. Los máximos valores de riqueza específica se dieron en otoño - invierno coincidente con el período de mezcla (abril - setiembre). En mayo y en la primavera de 1987 y abril y agosto de 1988 la riqueza específica en el fondo fue mayor que a los 10 metros, habiéndose encontrado, en general, un número más elevado de especies de diatomeas en el fondo.

Los meses de menores densidades de fitoplancton y de biomasa (Figs. 3 y 4) correspondieron a los veranos de 1987 y 1988 y en otoño 1988, cuyos registros oscilaron entre 0,24 - 17 ind mL<sup>-1</sup> y 0,001 - 0,08 mg L<sup>-1</sup> a los 10 m y entre 0,52 - 7 ind mL<sup>-1</sup> y 0,03 - 0,09 mg L<sup>-1</sup> en el fondo, respectivamente. Los mayores valores de abundancia y biomasa se registraron en noviembre de 1987 e invierno de 1988 con valores de 522 - 582 ind mL<sup>-1</sup> y 3 - 3,2 mg L<sup>-1</sup> a los 10 m y de 270 - 278 ind mL<sup>-1</sup> y 1,5 mg L<sup>-1</sup> en el fondo, respectivamente.

Las diatomeas, principalmente *Aulacoseira granulata* y *Cyclotella meneghiniana* dominaron durante todo el período estudiado. La primera alcanzó registros máximos de 562 ind mL<sup>-1</sup> en agosto/88 a los 10 m y 268 ind mL<sup>-1</sup> en noviembre de 1987 en el fondo, mientras que para la segunda los valores oscilaron entre 19 ind mL<sup>-1</sup> en junio de 1987 a los 10 m y 12 ind mL<sup>-1</sup> en junio-julio/87

en el fondo. Por otro lado, las algas verdes: *Closterium acutum* var. *variabile* y *Oocystis solitaria* resultaron subdominantes. Las Cyanophyceae fueron escasas en profundidad. La más abundante y frecuente en ambos niveles fue *Anabaena flos-aquae* Brébisson con 260 y 60 ind L<sup>-1</sup> (10 m y fondo, respectivamente). Las Dinophyceae sólo se registraron en enero y julio de 1988 a los 10 m con 20 y 140 ind L<sup>-1</sup>, respectivamente.

La diversidad específica (Fig. 5) osciló a los 10 m entre 0,1 y 2,3 en 1987 y entre 0,1 y 2 en 1988, mientras que en el fondo fluctuó entre 0,1 y 2,3 en 1987 y entre 0,5 y 2,3 en 1988. Los registros máximos de diversidad específica se dieron en verano y principios de otoño.

Del análisis de correlación de Pearson efectuado entre riqueza específica, fitoplancton total, diversidad y biomasa en relación con los parámetros abióticos (temperatura, conductividad eléctrica, caudal, cota y volumen), se obtuvo a los 10 m una correlación positiva de la diversidad con el caudal ( $r = 0,52$  a un  $P < 0,01$ ) y de la densidad algal con la biomasa ( $r = 0,99$  a un  $P < 0,01$ ). Fue negativa la correlación de la biomasa con el caudal y el volumen ( $r = - 0,46$  a un  $P < 0,05$  y  $r = - 0,42$  a un  $P < 0,05$ , respectivamente) y de la diversidad con la abundancia y la biomasa ( $r = - 0,67$  a un  $P < 0,01$  y  $r = - 0,65$  a un  $P < 0,01$ , respectivamente). Para el fondo se registró una correlación positiva entre la diversidad específica y el caudal ( $r = 0,67$  a un  $P < 0,01$ ) y la biomasa con la abundancia algal ( $r = 0,98$  a un  $P < 0,01$ ) y negativa entre la diversidad específica con la biomasa y la densidad ( $r = - 0,59$  a un  $P < 0,01$  y  $r = - 0,67$  a un  $P < 0,01$ , respectivamente).

Los resultados del análisis de agrupamiento entre especies (Fig. 6) diferenciaron tres conjuntos (A, B y C) a un nivel de similitud de 0,30. El grupo A nucleó

especies desarrolladas en los tres niveles (superficie; 10 m y fondo) dividiéndose en tres subgrupos. El subgrupo AI incluyó, principalmente, a *A. granulata*, *C. meneghiniana*, *Cl. acutum* var. *variabile* y *O. solitaria*, especies constantes en todo el perfil. El subgrupo AII reunió las especies con mayor predominio a los 10 m y fondo para ambos años, destacándose *Synedra ulna* (Nitzsche) Lange-Bertalot y *Cymbella cymbiformis* Agardh. El subgrupo AIII agrupó a *Sphaerocystis schroeteri* Chodat, *Navicula peregrina* (Ehrenberg) Kützing, *Nitzschia sigmoidea* (Ehrenberg) W. Smith y *Gomphonema truncatum* Ehrenberg, especies de superficie, escasas en profundidad, halladas principalmente en invierno y primavera de 1988.

El grupo B comprendió a las especies presentes en superficie y excepcionalmente a los 10 m y fondo, durante los meses cálidos de ambos años. Éste se dividió en dos subgrupos: *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing y *Chlamydomonas globosa* Snow, especies sólo de superficie, fueron incluidas en BI, mientras que *Monoraphidium pusillum* (Printz) Komárková-Legnerová y *Volvox dissipatrix* (Shaw) Printz, especies desarrolladas en superficie y escasas en los otros niveles, se agruparon en BII.

El conjunto C estuvo integrado por especies de los 10 m con mayor predominancia en junio-julio de 1987 y mayo-octubre de 1988, y que excepcionalmente se hallaron en el fondo durante los meses de mayo y agosto de 1988. Se incluyeron en este grupo: *Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Brébisson y *Melosira varians* Agardh.

Los resultados del análisis de agrupamiento entre muestras (Fig. 7) diferenciaron dos grupos (A y B) a un nivel de similitud de 0,55. El grupo A separó, principalmente, las superficiales de los meses cálidos de ambos años. El conjun-

to B se subdividió en 5 subgrupos. Las muestras de superficie, en general, se agruparon en BII y BIV. El primero separó los meses de otoño, invierno y primavera de 1987 y junio de 1988 y el segundo, particularmente, los meses de invierno y primavera de 1988. El subgrupo BIII nucleó las muestras de los 10 m y fondo de ambos años. En BI y BV no se encontró un comportamiento definido de la agrupación.

## Discusión y conclusiones

La riqueza específica, en general, fue mayor en superficie (Seeligmann y Tracanna, *op. cit.*) que en los distintos niveles de profundidad. Se identificaron un total de 45 especies durante el período 1987-88, y sólo 27 han tenido relevancia, ya sea por encontrarse en todos los muestreos, o bien por formar parte importante de la población en algún nivel o época del año. De éstas, ocho fueron las más frecuentes en toda la columna de agua: *A. granulata*, *Cl. acutum* var. *variabile*, *C. meneghiniana*, *Cl. venus*, *O. solitaria*, *Botryococcus braunii* Kützing, *M. aeruginosa* y *A. flos-aquae*. Los máximos valores de riqueza específica coincidieron con el período de mezcla.

La densidad fitoplanctónica no tuvo, en la mayor parte de los meses, el máximo en superficie (Tracanna y Seeligmann, *op. cit.*). Ésta fue mayor en profundidad durante los períodos de mezcla (abril - setiembre) y los primeros meses de estratificación (octubre - noviembre). En agosto y setiembre de 1988 *A. granulata* tuvo concentraciones tres veces superiores a los 10 m y en octubre del mismo año aumentó nueve veces su valor en el fondo. El mayor número de individuos en todo el perfil se obtuvo a los 10 m, en agosto de 1988. Las Cyanophyceae

fueron importantes en superficie durante los meses cálidos. La predominancia de *M. aeruginosa* y *A. flos-aquae* indicarían que el lago se encontraría en proceso de eutrofización (Tracanna y Seeligmann, *op. cit.*).

Las diatomeas centrales conformaron las poblaciones más numerosas en el embalse con la presencia de *A. granulata* y *C. meneghiniana* junto a las Chlorophyta: *Cl. acutum* var. *variabile* y *O. solitaria*. La abundancia de las dos primeras especies influyó en los bajos valores de diversidad específica, coincidiendo con otros embalses argentinos (Margalef, 1983).

Con el aumento del nivel hidrométrico fue evidente la disminución de la densidad fitoplanctónica y la biomasa, mientras que la diversidad específica se correlacionó positivamente.

El análisis de agrupamiento del fitoplancton separó a las especies comunes de toda la columna de agua y a las de superficie y 10 m de profundidad. Asimismo, reveló, para ambos años, un agrupamiento diferencial entre las muestras superficiales de los meses cálidos con respecto a las restantes y agrupó a las de 10 m y fondo.

## Bibliografía

- Anagnostidis, K. & J. Komárek, 1988. Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 3- Oscillatoriales. Arch. Hydrobiol. Suppl. 80 (1-4): 327-472.
- Calcagno, A.; M. J. Fioriti; F. Pedrozo; P. Vigliano; H. López; C. Rey; M. E. Razquin y R. Quirós (eds.), 1995. Catálogo de lagos y embalses de la Argentina. Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos. Secretaría de Obras Públicas. Subsecretaría de Recursos Hídricos.
- Desikachary, T.V., 1959. Cyanophyta. Ind. Counc. Agr. Res., New Dehli. 686 p.
- Frémy, P. 1930. Les Myxophycées de l'Afrique équatoriale française. Arch. De Bot. 3 (2): 508 p.
- Geitler, L. 1932. Cyanophyceae. En: Rabenhorst's Kryptogamen-Flora, 14. 1.196 p.
- Germain, H., 1981. Flore des diatomées. Eaux douces et saumâtres du Massif Armoricain et des contrées voisines d' Europe occidentale. Société Nouvelle des Editions Boubée. Paris. 444 p.
- Huber-Pestalozzi, G., 1961. Das Phytoplankton des Süßwassers, Chlorophyceae. En: A. Thienemann, Die Binnengewässer, 16 (5). E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart, 1-744 p.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot, 1986. Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. En: H. Ettl & col. (eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2 (1): 1-876. G. Fischer, Jena.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot, 1988. Bacillariophyceae. 2 Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. En: H. Ettl & col. (eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2 (2): 1-596. G. Fischer, Stuttgart. N. Y.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot, 1991. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. En: H. Ettl *et al.* (eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2 (3): 1-576. G. Fischer, Stuttgart. Jena.
- Komárek, J. & K. Anagnostidis, 1986. Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 2- Chroococcales. Arch. Hydrobiol. Suppl. 73 (2): 157-226.
- Margalef, R. 1986. Limnología. Ediciones Omega. Barcelona. 1010 p.
- Patrick, R. & C. W. Reimer, 1966. The diatoms of the United States, exclusive of Alaska and Hawaii. Monographs of The Academy of Natural Science of Philadelphia 13 (1). 688 p.
- Patrick, R. & C. W. Reimer, 1975. The diatoms of the United States, exclusive of Alaska and Hawaii. Monographs of The Academy of Natural Science of Philadelphia 13 (2). 213 p.
- Seeligmann, C. y B. C. Tracanna, 1994. Limnología del embalse El Cadillal (Tucumán - Argentina). II: Estudio cualitativo del fitoplancton. Cryptogamie, Algol., 15 (1): 19-35.
- Shannon, C.E. y Weaver, W., 1963. The Mathematical Theory of Communication. Univ. Illinois Press, Urbana. 177 p.
- Prescott, G.W., 1961. Algae of the Western Great Lakes Area. W.M.C. Brown Company Publishers Dubuque, Iowa. 977 p.

- Tracanna, B.C.; A. Villagra de Gamundi; C. Seeligmann; C. Locascio de Mitrovich y E. Drago, 1991. Limnología del embalse El Cadillal (Tucumán - Argentina). I: Variables morfométricas y fisicoquímicas. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 24 (4): 269-286.
- Tracanna, B.C. y C.T. Seeligmann, 1992. Limnología del embalse El Cadillal (Tucumán - Argentina). III: Estudio cuantitativo del fitoplancton. *Lilloa* 38 (1): 65-74.
- Tracanna, B.C.; C. Seeligmann y V. Mirande, 1996. Estudio comparativo de la comunidad fitoplanctónica de dos embalses del Noroeste Argentino. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 27 (1): 13-22.
- Vollenweider, R.A., 1974. *A Manual on Methods for Measuring Primary Production in Aquatic Environments*. (IBP Handbook N° 12). Blackwell, Oxford-Edinburgh. 225 p.

Tabla 1: Riqueza específica del fitoplancton del embalse Dr. C. Gelsi (10 metros)

	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Chlorophyta																								
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>																								x
<i>Botryococcus braunii</i>	x	x	x			x			x		x	x	x				x				x	x	x	x
<i>Closterium acutum</i> var. <i>variabile</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Closterium venus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Coelastrum cambricum</i>					x																			x
<i>Coelastrum microporum</i>												x												x
<i>Cosmarium</i> sp.															x									x
<i>Oocystis solitaria</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>brevicorne</i>																								x
<i>Pediastrum simplex</i>												x									x			
<i>Scenedesmus acuminatus</i>						x					x													x
<i>Scenedesmus arcuatus</i>																								x
<i>Scenedesmus ecornis</i>					x	x																		x
<i>Scenedesmus quadricauda</i>						x																		x
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>							x							x										x
<i>Volvox dissipatrix</i>														x										x
Subtotal	4	4	4	4	6	6	3	3	4	2	4	6	3	6	3	3	4	4	3	5	4	9	8	
Bacillariophyceae																								
<i>Aulacoseira granulata</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cymatopleura solea</i>		x	x		x	x																		x
<i>Cymbella cymbiformis</i>					x	x						x						x	x					x
<i>Diploneis boldtiana</i>				x	x	x		x		x	x							x	x	x				x
<i>Gomphonema olivaceum</i>				x	x	x						x		x	x	x	x	x	x	x				x
<i>Gomphonema truncatum</i>												x												x
<i>Melosira varians</i>					x	x											x							x
<i>Navicula cuspidata</i>			x	x		x	x					x					x							x
<i>Navicula peregrina</i>					x							x												x
<i>Nitzschia obtusa</i>													x				x							
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	x				x	x	x											x	x	x				
<i>Surirella ovalis</i>				x				x													x	x		
<i>Synedra ulna</i>	x	x	x		x	x		x				x	x					x		x	x	x	x	x
<i>Diatomeas pennadas</i>		x			x	x	x	x		x	x			x				x	x	x	x	x	x	x
Subtotal	4	6	9	2	13	11	4	7	2	4	5	6	5	3	3	8	8	11	9	6	8	4	3	
Cyanophyceae																								
<i>Anabaena flos-aquae</i>				x	x	x			x									x	x	x				
<i>Anabaena</i> sp.					x	x																		
<i>Lyngbya pristleyi</i>						x																		
<i>Microcystis aeruginosa</i>	x	x											x	x										
<i>Pseudanabaena mucicola</i>	x												x											
Subtotal	2	1	1	2	2	1	0	1	0	0	0	0	2	1	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0
Dinophyceae																								
<i>Peridinium</i> sp.												x												
Subtotal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Total de especies	10	11	14	8	21	18	7	11	6	6	9	13	10	10	6	13	13	17	13	11	12	13	11	

Tabla 2: Riqueza específica del fitoplancton del embalse Dr. C. Gelsi (fondo)

	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
<b>Chlorophyta</b>																									
<i>Botryococcus braunii</i>	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x			x		x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Closterium acutum</i> var. <i>variabile</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Closterium venus</i>	x		x	x		x	x	x	x	x	x			x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Coelastrum cambricum</i>						x				x												x	x		
<i>Cosmarium</i> sp.	x																								
<i>Eudorina elegans</i>					x																				
<i>Monoraphidium pusillum</i>		x																							
<i>Oocystis solitaria</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x			x	x	x	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>				x		x																			
<i>Volvox dissipatrix</i>		x														x									
Subtotal	5	5	5	4	4	5	3	4	4	5	4	3	0	3	5	2	4	4	4	3	5	5	4		
<b>Bacillariophyceae</b>																									
<i>Aulacoseira granulata</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Cymbella cymbiformis</i>			x	x	x	x		x	x		x					x	x				x			x	
<i>Diploneis boldtiana</i>				x	x	x	x	x	x	x	x									x					
<i>Gomphonema olivaceum</i>					x																				
<i>Melosira varians</i>																									
<i>Navicula cuspidata</i>		x	x	x	x	x	x	x		x	x				x	x	x	x	x	x	x				
<i>Navicula peregrina</i>					x				x		x							x		x					
<i>Nitzschia obtusa</i>																									
<i>Nitzschia sigmoidea</i>					x			x		x							x		x		x				
<i>Pleurosira</i> sp.										x	x						x							x	
<i>Surirella ovalis</i>				x		x																			
<i>Synedra ulna</i>				x	x							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x
Diatomeas pennadas					x		x	x	x	x	x	x		x		x	x			x	x	x		x	
Subtotal	2	4	7	10	6	6	6	7	5	7	9	4	3	4	4	9	7	6	9	8	3	4	5		
<b>Cyanophyceae</b>																									
<i>Anabaena flos-aquae</i>				x	x	x	x																		
<i>Anabaena</i> sp.							x																		
<i>Lyngbya pristlevi</i>					x																				
<i>Microcystis aeruginosa</i>							x				x		x			x	x								
Subtotal	0	0	1	2	2	2	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	
Total de especies	7	9	13	16	12	13	9	11	9	12	14	7	4	7	10	12	12	11	14	11	8	9	9		

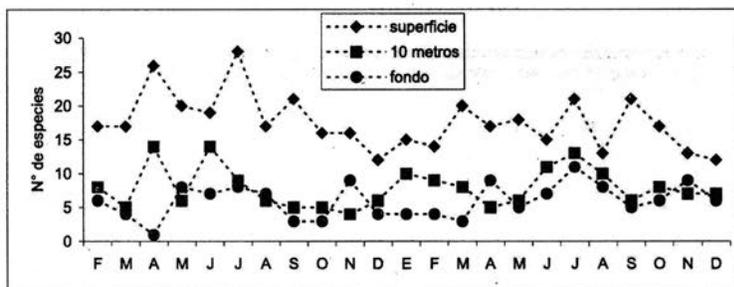


Fig. 2

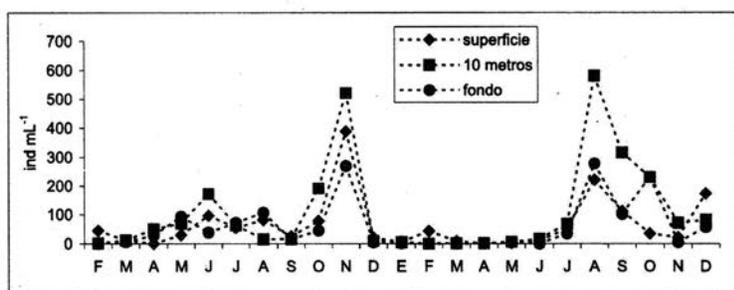


Fig. 3

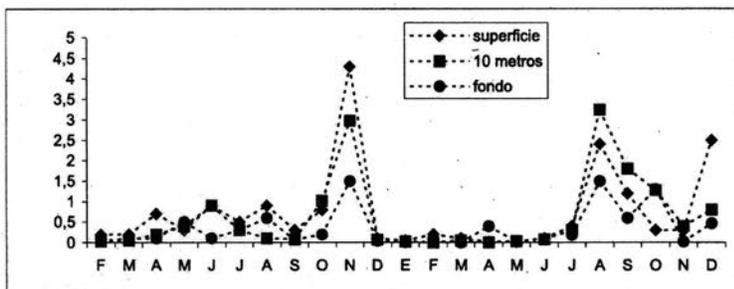


Fig. 4

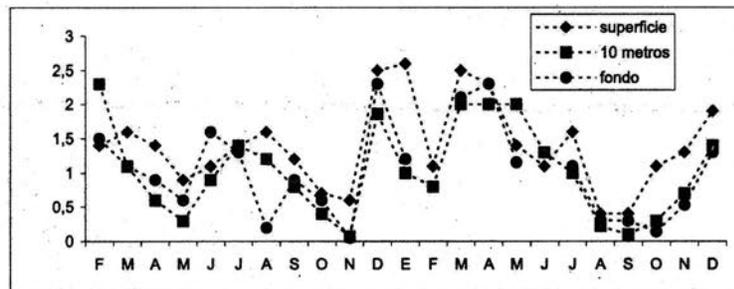


Fig. 5

**Fig. 2:** Riqueza específica del fitoplancton. **Fig. 3:** Abundancia del fitoplancton. **Fig. 4:** Biomasa del fitoplancton. **Fig. 5:** Diversidad específica del fitoplancton.

[Fig. 2: Los valores de superficie fueron tomados de Seeligmann y Tracanna (1994)]

[Figs. 3-5: Los valores de superficie fueron tomados de Tracanna y Seeligmann (1992)]

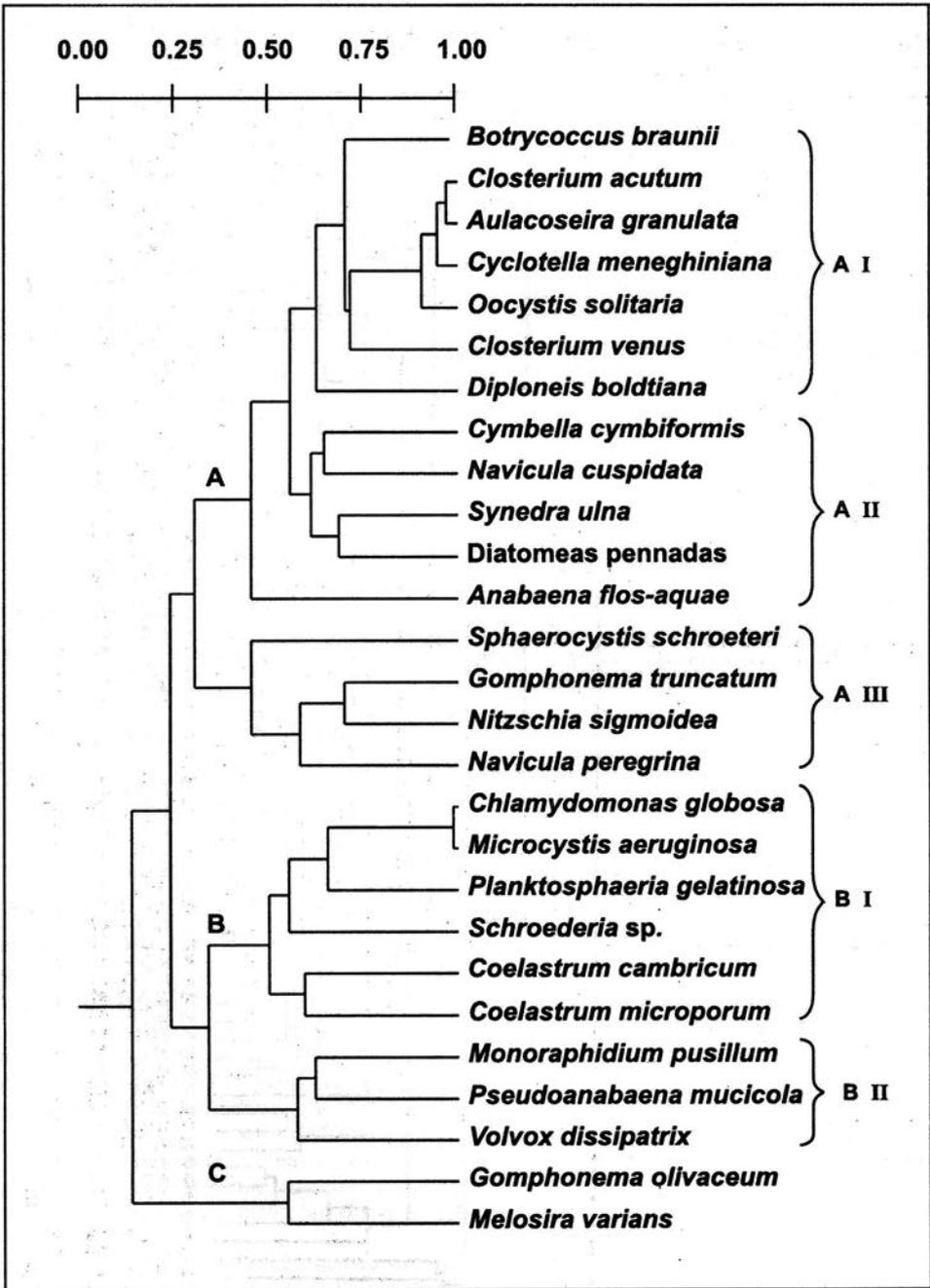


Fig. 6: Dendrograma correspondiente al análisis de agrupamiento entre especies.

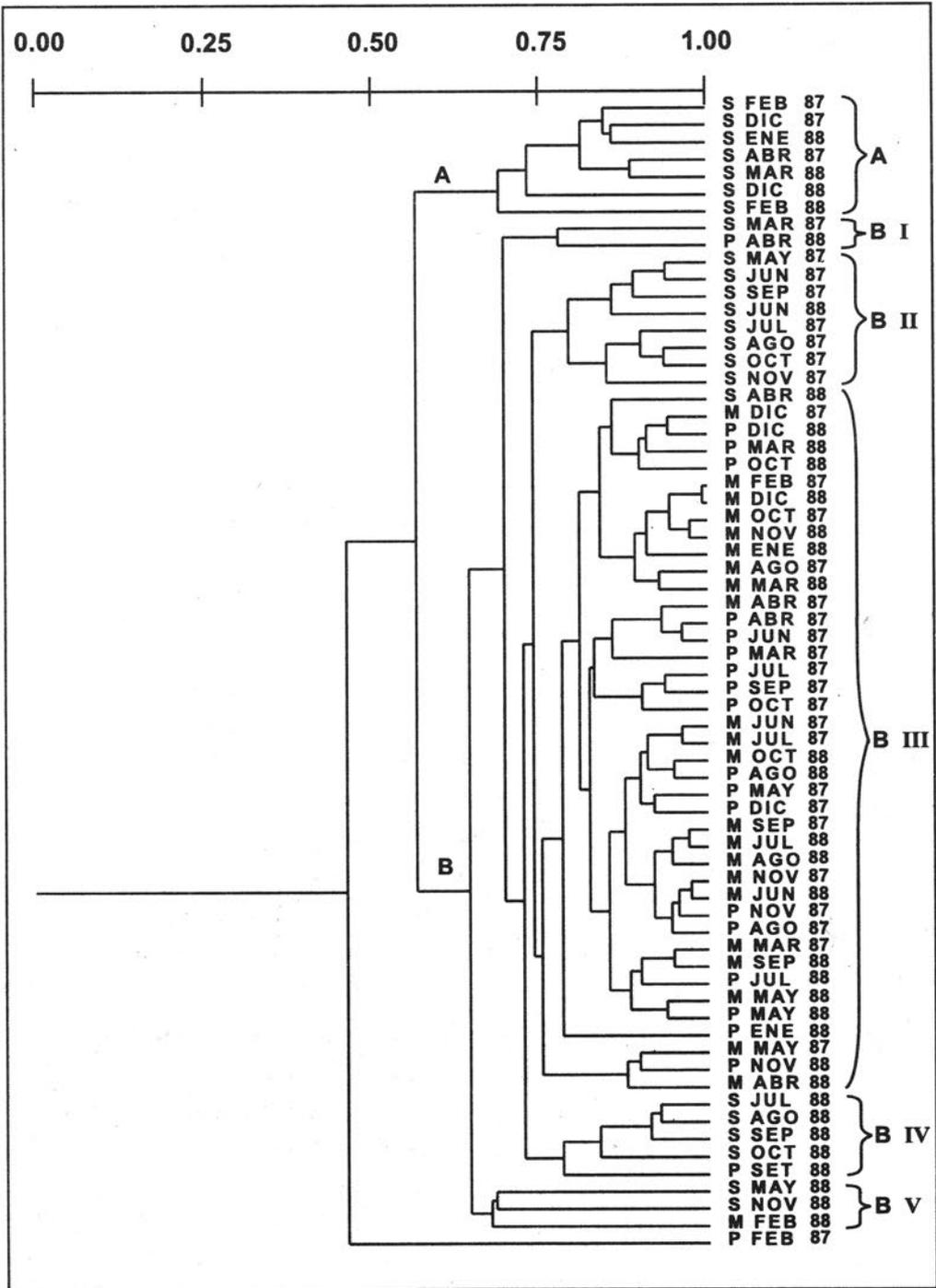


Fig. 7: Dendrograma correspondiente al análisis de agrupamiento entre los niveles: S: superficie; M: 10 m; P: fondo.