

## CONTRIBUCION RELATIVA DEL NANOPLANCTON A LA PRODUCCION PRIMARIA Y PIGMENTOS FOTOSINTETICOS EN EL EMBALSE DEL RIO TERCERO (CORDOBA, ARGENTINA)\*

Aldo A. MARIAZZI, María Cristina ROMERO y Patricia ARENAS

**SUMMARY:** Relative contribution of nanoplankton to primary production and photosynthetic pigments in Embalse del Río III (Córdoba, Argentina).

A study on primary production and photosynthetic pigments was carried in an eutrophic reservoir (Embalse Río III) during 1980-1981, with the basic purpose of evaluating the importance of nanoplankton ( $< 30 \mu\text{m}$ ) with respect to production and pigments.

Nanoplankton had a significant contribution to total primary production and pigments during periods of maximum photosynthetic activity, spring-summer, with 75 and 50% respectively. Nanoplanktonic fraction showed a high photosynthetic efficiency during November 1980 and January 1981 and its activity and numerosity increase was directly related to temperature.

### INTRODUCCION

En los últimos años muchos investigadores han realizado estudios vinculados con el fraccionamiento del fitoplancton y evaluación de la contribución de cada una de las fracciones a la biomasa y producción primaria total. También trataron de relacionar una mayor o menor contribución del nanoplancton con el nivel de trofismo de los sistemas acuáticos (Pavoni, 1963; Eppley, 1972; Munawar & Munawar, 1975; Tundisi *et al.*, 1978; Paerl & Mackenzie, 1977; Conzonno *et al.*, 1981; Rai, 1982; Pollingher & Berman, 1982). Ruggiu *et al.* (1979) en una revisión sobre este tema hace las siguientes consideraciones: a) el nanoplancton es en general dominante en densidad y número de especies. b) las algas pequeñas son fotosintéticamente más activas que las de mayores dimensiones; c) las algas menores poseen proporcionalmente mayor contenido de clorofila; d) la contribución nanoplanctónica a la biomasa y producción es variable y depende del estado trófico del cuerpo de agua y e) las fluctuaciones estacionales del nanoplancton son menos acentuadas que las del plancton de red. El autor sostiene la necesidad de obtener mayores evidencias sobre lo enunciado.

\* Este trabajo se realizó a través de un convenio entre la Comisión Nacional de Energía Atómica y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Contribución N° 261 del Instituto de Limnología "Dr. R. A. Ringuelet" (UNLP-CONICET).

|        |           |                   |       |          |                |      |
|--------|-----------|-------------------|-------|----------|----------------|------|
| ECOSUR | Argentina | ISSN<br>0325-108X | v. 11 | n. 21/22 | págs.<br>19-28 | 1984 |
|--------|-----------|-------------------|-------|----------|----------------|------|

El propósito de la presente investigación es evaluar las contribuciones relativas de la fracción nanoplanctónica (menor de 30  $\mu\text{m}$ ) a la producción primaria total y concentración de pigmentos fotosintéticos en el Embalse del Río Tercero y las variaciones temporoespaciales.

Características físicas, químicas y biológicas de este ecosistema pueden hallarse en Mariazzi & Conzonno (1980); Mariazzi *et al.* (1981); Mariazzi *et al.* (1983); Romero & Mariazzi (1983); Boltovskoy *et al.* (1980).

## MATERIAL Y METODOS

Las muestras de agua se obtuvieron en una estación central situada entre los dos lóbulos del lago, a las profundidades de 0; 0.5; 1; 2.5; 5; 7.5 y 10 m para las mediciones de producción primaria; muestreando además a 15 m y a 1 m del fondo para las mediciones de pigmentos fotosintéticos. La producción primaria se midió *in situ* por el método del  $^{14}\text{C}$  (Steeman Nielsen, 1952). Se realizaron dos incubaciones diarias, cubriendo todo el período de luz; una desde el amanecer hasta el mediodía y otra desde el mediodía hasta el atardecer. Para estimar la actividad fotosintética del nanoplancton, las muestras de agua se filtraron por una red de plancton de 30  $\mu\text{m}$ , se inocularon luego con  $\text{Na}^{14}\text{CO}_3\text{H}$  y se incubaron en forma simultánea con las muestras sin filtrar.

La clorofila y feofitina fue estimada por la técnica de Lorenzen (1967), efectuando también una filtración previa por red de plancton de 30  $\mu\text{m}$  para la determinación de la clorofila nanoplanctónica.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La variación estacional y vertical de la tasa de fotosíntesis y concentración de clorofila-a del plancton total se dan en las figuras 1, 2, 3 y 4. Están en ellas indicadas aquellas profundidades y fechas de muestreo en las que los valores de las variables correspondientes al nanoplancton superan el 50 y 75% del valor correspondiente al total.

La concentración de clorofila-a de la muestra extraída en horas de la mañana, fue durante junio de 1980 más elevada que en los restantes meses invernales (fig. 5). Valores de 332,9 y 104,0  $\text{mg clor} \cdot \text{m}^{-2}$  se obtuvieron de clorofila total y de la fracción menor de 30  $\mu\text{m}$  respectivamente. Las concentraciones del mediodía fueron menores para ambas fracciones. La correspondiente al nanoplancton fue mayor a los 15 m y cerca del fondo mientras que la del plancton la red se mantuvo uniformemente distribuida. Los valores de clorofila-a disminuyen en los restantes meses invernales. Durante octubre se detectó un incremento moderado sólo de la fracción

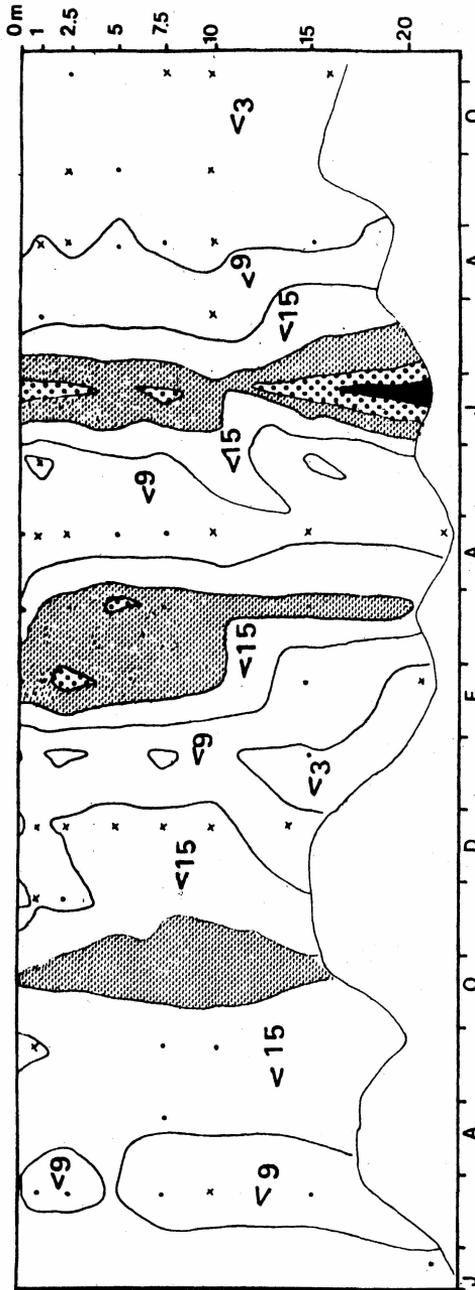


Fig. 1. Variación temporoespacial de la concentración de clorofila-a del muestreo de la mañana. Las fechas y profundidades marcadas con (o) corresponden a aquellas en las cuales la concentración nanoplantónica superó el 50%, las marcadas con (x) para concentraciones mayores al 75%:  15 - 21 mg clor. m<sup>-3</sup>

 21 - 27 mg clor. m<sup>-3</sup>  > 27 mg clor. m<sup>-3</sup>

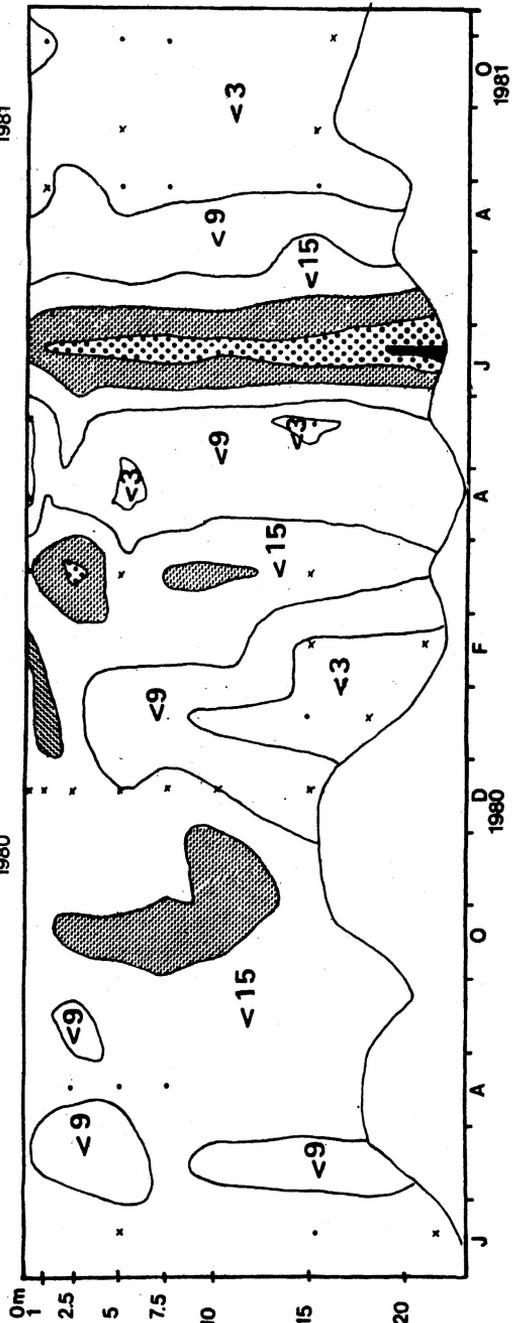


Fig. 2. Variación temporoespacial de la concentración de clorofila-a del muestreo del mediodía. Referencias igual a la figura 1.

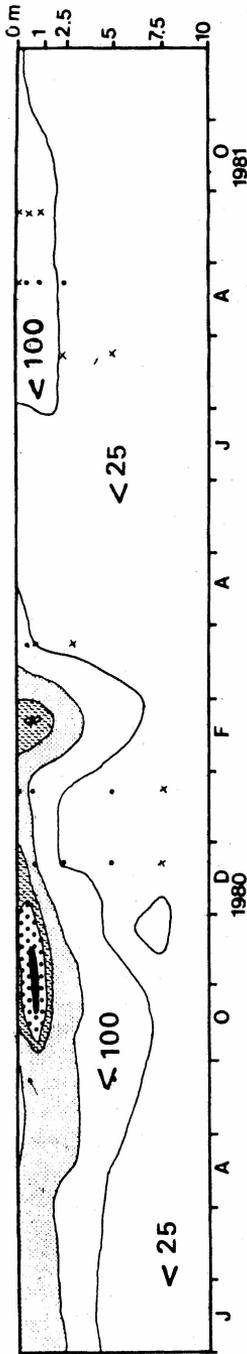


Fig. 3. Variación temporoespacial de la tasa de producción primaria del muestreo de la mañana.

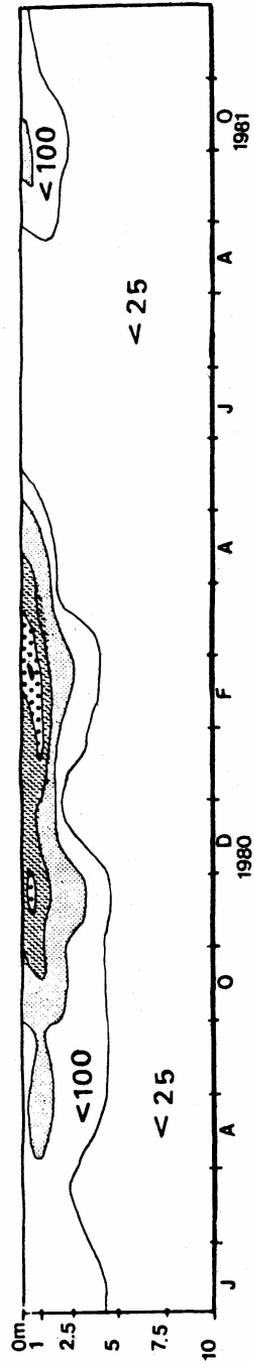
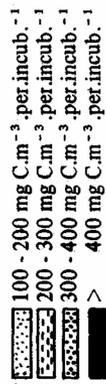


Fig. 4. Variación temporoespacial de la tasa de producción primaria, del muestreo del mediodía. Referencias iguales a la figura 3.

mayor de 30  $\mu\text{m}$ . En noviembre la concentración de este pigmento fotosintético correspondiente al nanoplancton de la mañana aumentó respecto del mes anterior (fig. 5).

Se detectaron dos máximos estivales de clorofila-a. Siendo el primero de ellos (diciembre) menor que el segundo (marzo). Durante diciembre la fracción menor de 30  $\mu\text{m}$  superó en casi todas las profundidades al 75% de la clorofila total.

En enero de 1981, la fracción nanoplanctónica de este pigmento descendió hasta valores menores que los hallados en meses invernales. Durante los restantes meses de verano se observó un aumento notorio, superando la fracción menor de 30  $\mu\text{m}$  el 75 y 50% de la clorofila total a los 15 m y cerca del fondo (febrero y marzo).

A semejanza con el Lago Kinneret, el Embalse del Río Tercero muestra una floración anual del dinoflagelado *Peridinium gatunense* al final del verano y principios de otoño (Boltovskoy *et al.*, 1980). Según Pollinger & Berman (1982) durante la floración de *Peridinium cinctum* f. *westii* (Lemm.) (según Boltovskoy, 1983, la especie del Lago Kinneret es *Peridinium gatunense*), el nanoplancton tuvo una elevada contribución a la clorofila total a pesar de su baja biomasa. A semejanza con lo expuesto, en este embalse la clorofila y productividad primaria del nanoplancton superaron al 50 y 75% del total.

En abril y mayo de 1981 disminuyeron las concentraciones de clorofila. Un aumento significativo se detectó en junio de 1981, y a semejanza con el año anterior, con concentraciones mayores a 15 m y cerca del fondo. La fracción nanoplanctónica fue menor al 50% de la clorofila total.

Los porcentajes de clorofila total y menor de 30  $\mu\text{m}$  hallados en el estrato eufótico respecto de toda la columna de agua, oscilaron entre un 15 y 25%. Sólo se observó un porcentaje elevado (75%) de clorofila al mediodía en la zona trofógena, durante enero de 1981, con valores bajos a partir de 5 m de profundidad. Esto pudo deberse a la marcada estratificación estival observada en este embalse, como al fenómeno de auto-oscurecimiento (Mariazzi & Conzonno, 1980). En la figura 6 se dan las concentraciones de ambas fracciones de clorofila-a halladas en el estrato eufótico de los muestreos de la mañana y de la tarde.

La productividad primaria total mostró una variación estacional muy marcada, con valores máximos en primavera (octubre y noviembre de 1980) y a fines de verano (febrero). En ambos casos los máximos se dieron al metro de profundidad, con valores algo menores en superficie indicando inhibición fotosintética y disminuyendo bruscamente a los 2.5 m de profundidad. Durante invierno y otoño los valores mayores se dieron en superficie. La tasa más baja se observó en junio de 1981.

La tasa de producción de la fracción fitoplanctónica menor de 30  $\mu\text{m}$  alcanzó sus mayores valores durante noviembre y diciembre de 1980, y nuevamente en setiembre de 1981. Se observó que la tasa de producción del nanoplancton fue realmente significativa principalmente en las épocas de mayor producción, verano y primavera. Esto concuerda con lo hallado

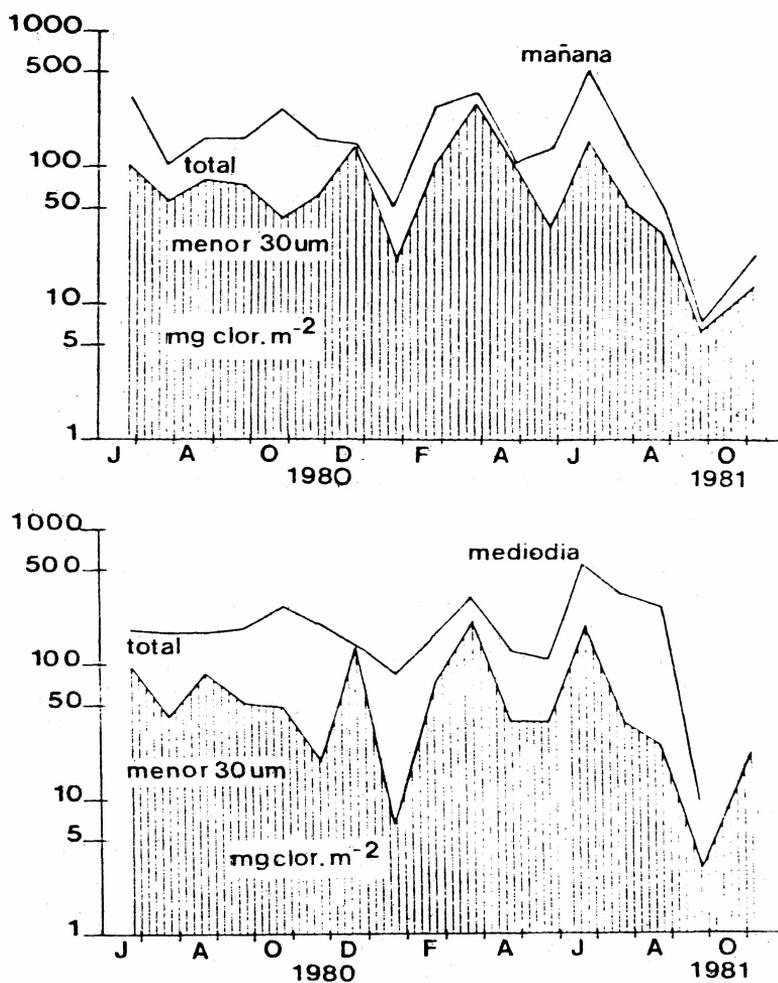


Fig. 5. Variación estacional de la concentración de clorofila-a, integrada para toda la columna de agua, del muestreo de la mañana y del mediodía. Valores en  $\text{mg chlor. m}^{-2}$ .

por Pollinger & Berman (1982), quienes hallaron valores de productividad elevados a fines de verano, con predominio de *Chroococcus* sp y *Synechococcus rumpens*. Rodhe, Vollenweider & Nauwerck (1958) destacaron la gran importancia de la contribución nanoplanctónica a la producción primaria, hallando valores superiores al 90% en primavera y principios del verano, y raramente menores al 50% en los restantes meses del año.

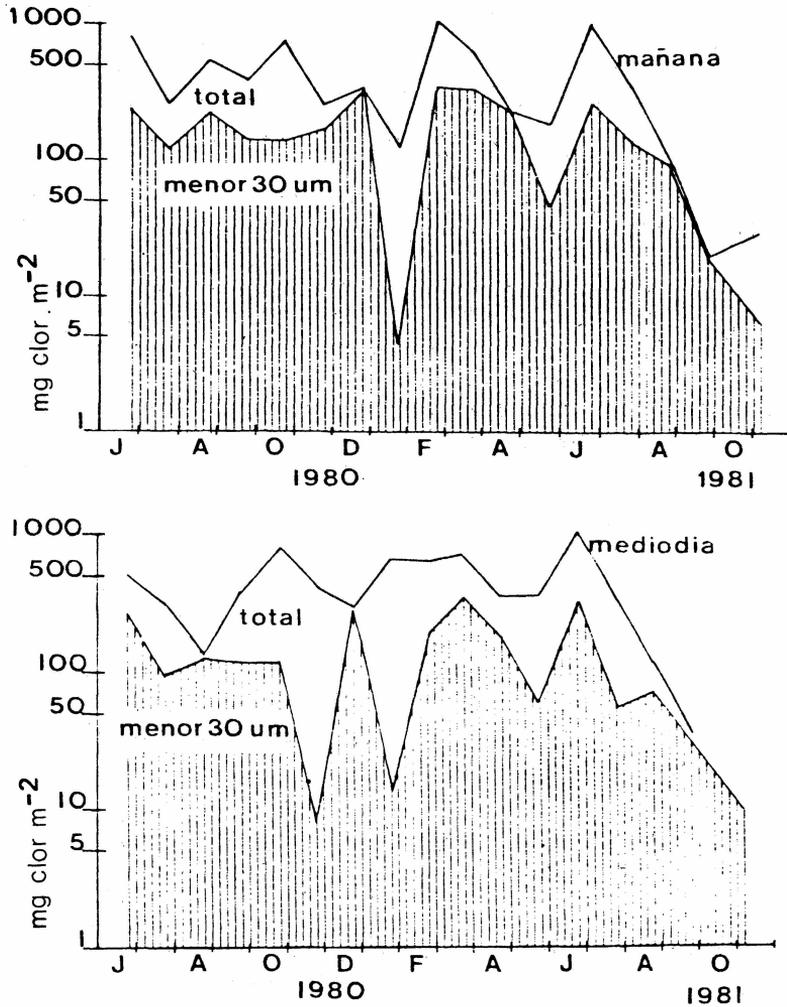


Fig. 6. Variación estacional de la concentración de clorofila-a, integrada para el estrato eufótico, del muestreo de la mañana y del mediodía. Valores en mg chlor.m<sup>-2</sup>.

La razón entre la tasa de producción primaria y la biomasa fitoplanctónica es índice de la eficiencia fotosintética de la comunidad algal. Tasas de fotosíntesis y concentraciones de clorofila-a total en aumento se hallaron de junio a diciembre de 1980, con moderada actividad fotosintética. Durante los meses de noviembre de 1980 y enero de 1981 los valo-

res de clorofila nanoplanctónica fueron muy bajos, pero se obtuvo una tasa de producción significativa, por lo cual la eficiencia fotosintética fue muy elevada. Malone (1971) halló que en la Bahía de Monterrey, el nanoplancton contribuyó con el 75-99% a la biomasa y producción, con un número de asimilación cercano al doble del correspondiente al plancton de red.

Por el contrario durante los meses invernales (mayo-junio) una tasa fotosintética exigua se correspondió con una biomasa total y nanoplanctónica altas, con la consiguiente disminución de la eficiencia algal.

El aspecto más conspicuo en la distribución de feopigmentos totales fue la elevada concentración observada en toda la columna de agua durante enero de 1981. En este mes se obtuvieron los más bajos valores de clorofila-a y restringidos al estrato eufótico.

Otro aspecto que caracteriza a la variación de feopigmentos, es el elevado porcentaje de contribución de la fracción nanoplanctónica de feofitina al total, en casi todo el año, excepto verano. A diferencia de lo observado, la clorofila nanoplanctónica fue mayor en diciembre, febrero y marzo.

Tundisi *et al.* (1978), Findenegg (1965) y Gliwiez (1967) destacan la predación preferencial del zooplancton sobre la fracción fitoplanctónica menor a 30  $\mu\text{m}$ . Durante el pasaje por el tracto digestivo del zooplancton, las algas son fraccionadas y acidificadas, siendo ésta una de las posibles causas de la elevada concentración de feopigmentos en la fracción nanoplanctónica. Hillbricht *et al.* (1972) sostienen que los macroconsumidores se alimentan principalmente del nanoplancton (3-20  $\mu\text{m}$ ) y los microconsumidores de partículas comprendidas entre 1-5  $\mu\text{m}$ .

Las contribuciones anuales promedio de la fracción menor de 30  $\mu\text{m}$  a la clorofila-a, feopigmentos y productividad total, fueron de 40,04%; 54,95% y 41,64%. Ruggiu *et al.* (1979) halló valores de contribución anual de 46,4% y 48,7% para clorofila y producción en el Lago Mergozzo (Italia).

Pavoni (1963) demostró que la contribución nanoplanctónica a la biomasa total era muy alta en condiciones de ultraoligotrofia e hipereutrofia descendiendo con valores intermedios de eutroficación. Eppley (1972) y Munk & Riley (1952) confirmando lo hallado por Pavoni (1963) atribuyeron la dominancia del nanoplancton en aguas oligotróficas a la relación superficie/volumen alta y consecuente mayor habilidad para absorber nutrientes. Este último carácter fue confirmado con experiencias sobre cinética de absorción de nutrientes (amonio y nitrato) con valores de constantes de saturación  $K_s$  menores para el nanoplancton respecto del plancton de red (Eppley, Rogers & Mc Carthy, 1969).

Rai (1982) sostuvo que la actividad de las diferentes fracciones del fitoplancton no dependían sólo de su biomasa, sino que tenían influencia otros factores tales como luz, temperatura, nutrientes, contenido de clorofila, estado fisiológico de las comunidades e interacciones entre las especies.

## CONCLUSIONES

La distribución estacional de clorofila-a corresponde a una curva bimodal con un máximo invernal (junio 1980-1981) observable en toda la columna de agua, y otro estival (marzo) con valores mayores a 5 y 7.5 m. Mientras durante el máximo estival el porcentaje de clorofila nanoplanctónica superó el 50 y 75% de la clorofila total, durante el máximo invernal fue mucho menor al 50%.

La contribución nanoplanctónica a la tasa de producción primaria fue más significativa en las épocas de mayor producción (verano-primavera) superando en las distintas profundidades el 50 y 75% de la producción primaria total.

La eficiencia fotosintética de la fracción menor de 30  $\mu\text{m}$  fue muy elevada durante noviembre 1980 y enero 1981; y exigua durante los meses invernales. La actividad y numerosidad del nanoplancton se incrementan en relación directa con la temperatura, por lo cual se espera una mayor eficiencia durante los meses de verano.

## BIBLIOGRAFIA

- BOLTOVSKOY, A.; BATTISTONI, P. A.; GOMEZ, N.; ESCALANTE, A. H.; SOLARI, L. C. & VUCETICH, M. C., 1980. El plancton del Embalse Río III, Córdoba, Argentina. *Resúm. VIII Reun. Arg. Ecol.*, Santa Fe, Argentina: 63.
- BOLTOVSKOY, A., 1983. *Peridinium cinctum* f. *westii* del Mar de Galilea, sinónimo de *Peridinium gatunense* (Dinophyceae). *Limnobiós* 2 (6): 413-418.
- CONZONNO, V. H.; MARIAZZI, A. A.; CASCO, M. A.; ECHENIQUE, R.; LABOLLITA, H.; PETROCCHI, M., 1981. Estudio Limnológico en el Lago Pellegrini (Río Negro, Argentina). *Ecosur*, 8(15): 153-170.
- EPPLEY, R. W.; ROGERS, J. N. & Mc CARTHY, J. J., 1969. Half saturation constants for uptake of nitrate and ammonium by marine phytoplankton. *Limnol. Oceanogr.*, 14: 912-920.
- EPPLEY, R. W., 1972. Temperature and phytoplankton growth in the sea. *Fish. Bull.* 70(2): 1063-1085.
- FINDENEGG, I., 1965. Relationship between standing crop and primary productivity, p: 271-289. In: G. R. Goldman (ed.), Primary productivity in aquatic environments. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.* 18 (suppl.) also Univ. Calif. 1966.
- GLIWICZ, Z. M., 1967. The contribution of nanoplankton in pelagial primary production in some lakes with varying trophy. *Bull. Acad. Pol. Soc.*, 15: 343-347.
- HILLBRICH-ILKOWSKA, A.; SPODNIIEWSKA, I.; WEGLENSKA, T. & KARABIN, A., 1972. The seasonal variation of some ecological efficiencies and production rates in the plankton community of several Polish lakes of different trophy. In "Productivity problems of freshwaters" Kajak & Hillbricht-Ilkowska editores. Pág.: 111-127.
- LORINZEN, C. J., 1967. Determination of chlorophyll and phaeopigments: spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr.*, 12: 343-346.
- MALONE, T. C., 1971. The relative importance of netplankton and nanoplankton as primary producers in tropical oceanic and neritic phytoplankton communities. *Limnol. Oceanogr.*, 16: 633-639.
- MARIAZZI, A. A.; ROMERO, M. C. & CONZONNO, V. H., 1981. Producción primaria, bacterias, nutrientes y otros factores ecológicos en el Embalse del Río Tercero (Córdoba). *Limnobiós*, 2(3): 153-177.
- MARIAZZI, A. A. & CONZONNO, V. H., 1980. Distribución de clorofila-a y producción fotosintética del fitoplancton en el Embalse del Río Tercero. I. Primeros resultados. *Limnobiós*, 2(1): 54-67.

- MARIAZZI, A. A.; DI SIERVI, M. A.; ROMERO, M. C.; NAKANISHI, M., 1983. Distribución espacial y estacional de pigmentos fotosintéticos en la zona eufótica del Embalse del Río Tercero. *Limnobiós*, 2(7): 464-470.
- MUNAWAR, M. & MUNAWAR, I. F., (1975). The abundance and significance of phytoflagellates and nanoplankton in the St. Lawrence Great Lakes. I. Phytoflagellates. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 19: 705-723.
- MUNK, W. H. & RILEY, G. A., 1952. Absorption of nutrients by aquatic plants. *J. Mar. Res.*, 11: 215-240.
- PAERL, H. W. & MACKENZIE, L. A., 1977. A comparative study of the diurnal carbon fixation patterns of nanoplankton and net plankton. *Limnol. Oceanogr.* 22 (4): 732-738.
- PAVONI, M., 1963. Die Bedeutung des Nannoplanktons in Vergleich zum Netzplankton. *Schweiz. Z. Hydrol.*, 25: 219-341.
- POLLINGER, V. & BERMAN, T., 1982. Relative contributions of net and nannophytoplankton to primary production in Lake Kinneret (Israel). *Arch. Hydrobiol.*, 96(1): 33-46.
- RAI, H., 1982. Primary production of various size fractions of natural phytoplankton communities in a North German Lake. *Arch. Hydrobiol.*, 95(1/4): 395-412.
- RODHE, W. R.; VOLLENWEIDER, A. & NAUWERCK, A., 1958. The primary production and standing crop of phytoplankton. In: A. A. Buzzati - Traverso (ed): *Perspectives in marine biology*. Univ. Calif. Press, 299-322.
- ROMERO, M. C. & MARIAZZI, A. A., 1983. Natural glucose concentrations determined by dilution bioassay in Río Tercero Dam (Córdoba, Argentina). 2(7): 513-517.
- RUGGIU, D.; SARACENI, C.; de BERTOLI & NAKANISHI, M., 1979. Primary production in Lago Mergozzo (N. Italy) and implications of phytoplankton cell size. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 37: 223-246.
- STEFMAN NIELSEN, E., 1952. The use of radioactive carbon ( $^{14}\text{C}$ ) for measuring organic production in the sea. *J. Cons.*, 18: 117-140.
- TUNDISI, J. G.; GENTIL, S. G. & DIRICKSON, M. C., 1978. Seasonal cycle of primary production of nanno and microphytoplankton in a shallow tropical reservoir. *Revta. brasil. Bot.*, 1: 35-39.