

ESTUDIOS LIMNOLOGICOS EN UNA SECCION TRANSVERSAL  
DEL TRAMO MEDIO DEL RIO PARANA

XIV: Fitoplancton \*

Mónica Inés Anselmi de Manavella \*\*

Instituto Nacional de Limnología  
José Maciá 1933 - 3016 Santo Tomé  
Santa Fe - Argentina

RESUMEN

Anselmi de Manavella, M.I. 1986. Estudios limnológicos en una sección transversal del tramo medio del río Paraná, XIV: Fitoplancton. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 17 (2): 183 - 201.

Se determinó la composición cuali-cuantitativa del fitoplancton y su biomasa durante un período en que el río creció rápidamente y se estabilizó en aguas altas extraordinarias (entre noviembre de 1982 y febrero de 1983).

De las cinco divisiones que se presentaron (Cyanophyta, Chlorophyta, Chrysophyta, Pyrrophyta y Euglenophyta), las Clases mejor representadas fueron Eulichlorophyceae, Bacillariophyceae y Cryptophyceae. Se registraron 120 taxones, 93 de los cuales son pequeños (hasta  $3000 \mu\text{m}^3$ ) y 27 de gran volumen (hasta  $21.000 \mu\text{m}^3$ ). La biomasa fue estimada calculando el volumen celular y suponiendo un peso específico = 1.

La concentración celular varió entre 225 y 840 cél./ml y la biomasa entre 0,17 y 1,75 mg/l. La diversidad específica basada sobre el número de células estuvo comprendida entre 2,85 y 4,15 bits/cél. y, en función de la biomasa, entre 1,05 y 4,19 bits/u.b.

El análisis de similitud aplicado a 12 descriptores: concentración de células de las principales Clases componentes, diversidad específica, profundidad, temperatura, velocidad de la corriente, transparencia, pH y conductividad, separó las muestras del centro del cauce de las riberas. No obstante, en dos oportunidades, cuando el río estaba en creciente, se observó una clara homogeneidad horizontal.

ABSTRACT

Anselmi de Manavella, M.I. 1986. Limnological studies in a cross-section of the Middle reach of Paraná river, XIV: Phytoplankton. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 17 (2) 183 - 201.

The qualitative and quantitative composition of the phytoplankton and its biomass were determined during a time in which the Paraná River rised and then remained in extraordinary high waters stage (November 1982 - February 1983).

Cyanophyta, Chlorophyta, Chrysophyta, Pyrrophyta and Euglenophyta were found. Eulichlorophyceae, Bacillariophyceae and Cryptophyceae were the most frequent classes. 120 taxa were recorded, 93 of them were small ( $1$  to  $3000 \mu\text{m}^3$ ) and 27 larger species (up to  $21000 \mu\text{m}^3$ ).

Cell concentrations ranged from 225 to 840 cell/ml and biomass varied between 0.17 and 1.75 mg/l. Specific diversity based on cell number ranged between 2.85 and 4.15 bits/cell, ranged between 1.05 and 4.19 bits/ u.b. (based on biomass measures).

Samples of the center of the stream were separable from samples near shore using a similarity analysis. However a clear horizontal homogeneity was observed when hydrometric level rised (two cases). Twelve variables were considered in the similarity analysis: concentrations of cell in the major classes, specific diversity, depth, temperature, flow velocity, transparency, pH and conductivity.

\* Trabajo presentado en las II Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral, Paraná, agosto de 1984. Las notas anteriores fueron publicadas en la *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 15: 1 - 194 (1984) y 16: 217 - 225 (1985).

\*\* Becaria del CONICET.

## INTRODUCCION

Este estudio se realizó con el propósito de conocer las características del fitoplancton cuando se verificó en el Paraná medio un nivel hidrométrico muy bajo debido al cierre de la represa de Itaipú (ocurrida 10 días antes) y los cambios que se producen en el período posterior (noviembre de 1982 - febrero de 1983), durante el cual aumenta el nivel hidrométrico hasta el de aguas altas extraordinarias.

El muestreo se llevó a cabo en el Perfil Toma Aguas Corrientes (fig. 1), seleccionado debido a que en este punto el río presenta características bien definidas que lo individualizan como un "punto de control primario". Tiene un ancho aproximado de 600 m en aguas medias, un caudal de 14.000 m<sup>3</sup>/s y por él fluye el 85% del caudal del valle. Además se encuentra alejado de influencias tributarias<sup>2</sup>.

De esta zona se conoce una serie de investigaciones limnológicas<sup>3</sup> llevadas a cabo por especialistas del INALI durante un período comprendido entre 1976-1982, en la que no se incluyen datos de fitoplancton.

## MATERIAL Y METODOS

Se realizaron 15 muestreos con periodicidad semanal entre el 4 de Noviembre de 1982 y el 1 de Febrero de 1983. En cada muestreo se extrajeron muestras en tres puntos (Cuadro 1): centro del cauce y riberas (a 1 m de la costa) en los cuales, además, se realizaron mediciones *in situ* de: profundidad, velocidad de la corriente, transparencia, temperatura, pH, y conductividad mediante el empleo de escandallo, método de los flotadores, disco de Secchi, termómetro convencional, comparador Hellige y conductímetro YSI, respectivamente.

Las muestras cuantitativas se analizaron a 840 aumentos mediante el método de Utermöhl<sup>20</sup>, contándose como mínimo 100 ejemplares, por lo cual el error máximo de recuento fue del 20%. El volumen sedimentado varió entre 15 y 30 ml dependiendo de la cantidad de tripton.



Fig. 1: Ubicación geográfica de la zona de muestreo.

**Cuadro 1**  
**Numeración asignada a cada muestra.**

| Fecha       | Número de muestra |        |                |
|-------------|-------------------|--------|----------------|
|             | Ribera izquierda  | Centro | Ribera derecha |
| 4 NOV 1982  | 1                 | 16     | 31             |
| 8 NOV 1982  | 2                 | 17     | 32             |
| 15 NOV 1982 | 3                 | 18     | 33             |
| 22 NOV 1982 | 4                 | 19     | 34             |
| 26 NOV 1982 | 5                 | 20     | 35             |
| 3 DIC 1982  | 6                 | 21     | 36             |
| 9 DIC 1982  | 7                 | 22     | 37             |
| 16 DIC 1982 | 8                 | 23     | 38             |
| 22 DIC 1982 | 9                 | 24     | 39             |
| 28 DIC 1982 | 10                | 25     | 40             |
| 5 ENE 1983  | 11                | 26     | 41             |
| 11 ENE 1983 | 12                | 27     | 42             |
| 18 ENE 1983 | 13                | 28     | 43             |
| 26 ENE 1983 | 14                | 29     | 44             |
| 1 FEB 1983  | 15                | 30     | 45             |

El volumen medio de cada una de las especies fue calculado asemejando su forma a un cuerpo geométrico<sup>18</sup> y considerando las dimensiones promedio de la totalidad de los ejemplares. La biomasa de cada unidad taxonómica se estimó a partir de su volumen y se expresa en peso fresco, considerando el peso específico igual a uno.

El cálculo de la diversidad específica, sobre la base del número de células y de la biomasa<sup>21</sup> se realizó por medio de la fórmula de Shannon y Weaver y el de la equitatividad mediante la fórmula de Lloyd y Ghelardi.

Para constatar si las medias y las varianzas diferían significativamente en los tres puntos de muestreo se usaron las distribuciones t de student y F de Snedecor<sup>17</sup>.

Se aplicó el coeficiente de similitud de Gower<sup>12</sup> sobre la base de 12 descriptores: número de células de Cyanophyceae, Euchlorophyceae, Bacillariophyceae, Cryptophyceae y Euglenophyceae, profundidad, temperatura, transparencia, pH, velocidad de la corriente, conductividad y diversidad específica. Para agruparlos se empleó el método de los grupos pares ponderados (WPGMA de Sneath y Sokal)<sup>12</sup>. Para la realización de estos cálculos se usó un microordenador Texas TI 99/4A.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis estadístico de las medidas y varianzas muestrales de la mayoría de los parámetros analizados (excepto la profundidad y la velocidad de la corriente) reveló que no hubo diferencias significativas en los tres puntos de muestreo, razón por la cual solamente se expresan los resultados del centro del cauce.

### Características físicas y químicas.

Durante el periodo de muestreo el nivel del río aumentó desde aguas medias, menos de 3,42 m. en Puerto Paraná (1 – 18 nov. 1982) hasta aguas altas extraordinarias, más de 5 m (14 dic 1982 – 1 feb 1983; fig. 2). Como dato comparativo se expresa gráficamente el nivel hidrométrico en Puerto Iguazú, próximo a la represa de Itaipú. El limnigrama de dicho Puerto muestra un aumento en el nivel de las aguas durante el mes de noviembre y la permanencia en aguas altas hasta terminar el período de muestreo.

La profundidad en el centro del cauce varió entre 17,5 y 26,9 m difiriendo significativamente de la de las riberas (4 – 10,8 m).

La velocidad de la corriente (fig. 3) en el centro fue más elevada (1,05 – 2,4 m/s) y significativamente distinta a la registrada en las riberas (0,12 – 1,30 m/s).

El caudal, tomado de la curva de descarga existente para el lugar, varió entre 14.368 m<sup>3</sup>/s y 27.045 m<sup>3</sup>/s, coincidiendo con el mínimo y máximo nivel hidrométrico, respectivamente, (8 nov. y 28 dic. de 1982).

La transparencia del agua (entre 0,16 y 0,44 m) varió de acuerdo al nivel hidrométrico, los menores valores se registraron en períodos de creciente (nov. 1982) y los mayores en aguas estabilizadas (enero 1983) (fig. 3).

La temperatura osciló entre 21 y 30,5° C. Los valores más altos (más de 28°C) se registraron a partir del 28 dic. 1982 con un máximo de 30,5°C (fig. 4).

El pH presentó escasa variación (7,2 – 7,4) en las distintas muestras (fig. 4).

La conductividad (60 – 105  $\mu$ S/cm) (fig. 4) disminuyó mientras el nivel hidrométrico aumentaba y se mantuvo prácticamente constante al estabilizarse el nivel alto.

Las medias y coeficientes de variación de los principales parámetros abióticos se presentan en el Cuadro 2.

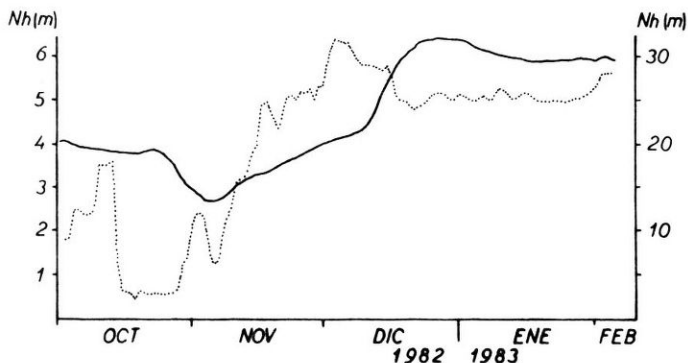


Fig. 2: Variación de los niveles hidrométricos entre setiembre de 1982 y febrero de 1983 en Puerto Paraná (línea entera, escala de la izquierda) y en Puerto Iguazú (línea de puntos, escala de la derecha).

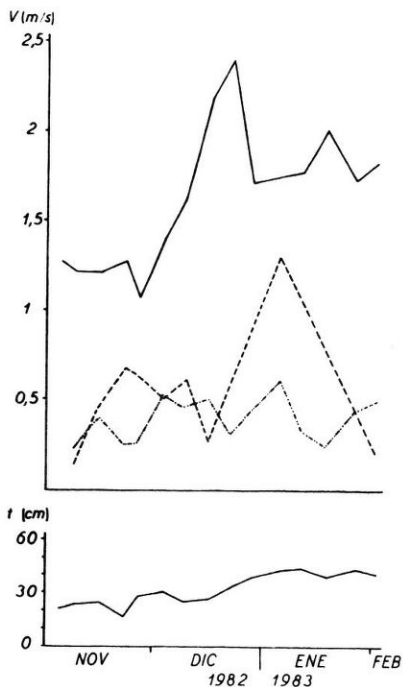


Fig. 3: Variación de la velocidad de la corriente superficial (gráfico superior) en el centro del cauce (línea entera), y en las riberas: izquierda (línea de puntos) y derecha (línea discontinua). Fluctuación de la transparencia del agua (gráfico inferior) en el centro del cauce.

Cuadro 2  
Promedios ( $\bar{x}$ ) y coeficientes de variación (C.V., en  $^0/0$ ) de las características ambientales.

|                                 | Ribera izquierda |      | Centro    |      | Ribera derecha |      |
|---------------------------------|------------------|------|-----------|------|----------------|------|
|                                 | $\bar{x}$        | C.V. | $\bar{x}$ | C.V. | $\bar{x}$      | C.V. |
| Profundidad (m)                 | 6,7              | 20   | 22,9      | 11   | 8              | 29   |
| Velocidad de la corriente (m/s) | 0,4              | 32   | 1,6       | 25   | 0,5            | 67   |
| Transparencia (m)               | 0,3              | 31   | 0,3       | 30   | 0,4            | 38   |
| Temperatura ( $^{\circ}$ C)     | 26,5             | 11   | 26,3      | 12   | 26             | 10   |
| pH                              | 7,3              | 1    | 7,3       | 1    | 7,3            | 1    |
| Conductividad ( $\mu$ S/cm)     | 66,8             | 15   | 69,5      | 20   | 69             | 14   |

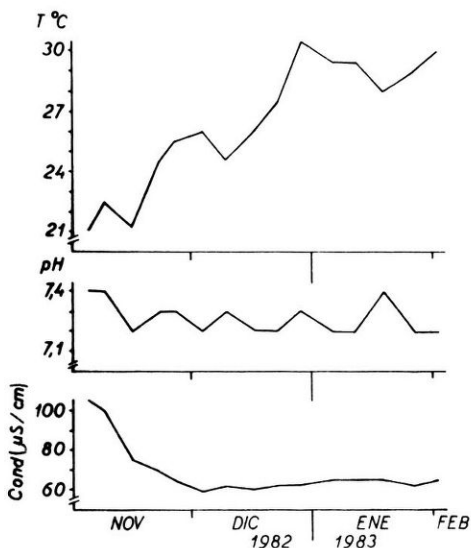


Fig. 4: Variación de la temperatura (gráfico superior), el pH (gráfico medio) y la conductividad (gráfico inferior) en el centro del cauce.

#### Análisis cualitativo del fitoplancton

Se registraron aproximadamente 120 taxones pertenecientes a Cyanophyta, Chlorophyta, Chrysophyta, Pyrrophyta y Euglenophyta, siendo las Clases Eulichlorophyceae, Bacillariophyceae y Cryptophyceae las más constantes (Cuadro 3). Esta estructura del fitoplancton es comparable a la encontrada por otros autores para el cauce principal del Paraná medio<sup>5</sup>, difiriendo de la del alto Paraná<sup>1,22</sup>.

Eulichlorophyceae fue la Clase de mayor riqueza específica, se registraron 46 especies aunque la mayoría de presencia muy esporádica. Las especies más constantes, *Oocystis* sp., *Actinastrum hantzschii*, *Crucigenia tetrapedia* y *Ankistrodesmus gracilis* estuvieron presentes en más de la mitad de las muestras.

Las Bacillariophyceae estuvieron representadas por 24 especies, 16 de las cuales fueron formas pennadas y 8 céntricas. Estas últimas fueron las más frecuentes, principalmente *Melosira granulata* var. *jonensis*, *Cyclotella* sp., *M. distans*, *M. granulata* var. *valida* fa. *curvata*. Las formas pennadas se ven mejor representadas en las riberas que en el centro.

Se registraron solamente cinco especies de Cryptophyceae de las cuales, *Chroomonas acuta*, *C. minuta*, *Cryptomonas erosa* y *C. ovata*, estuvieron presentes en la mayoría de las muestras.

Cyanophyceae estuvo representada por 8 especies, principalmente *Raphidiopsis mediterranea*, *Abanaena* sp. y *Microcystis aeruginosa*. Esta última especie se presentó en los muestreos del 9 y 28 de diciembre de 1982 formando gran cantidad de colonias grandes.

**Cuadro 3**  
Composición del fitoplancton en células por mililitro, en el centro del cauce.

| ESPECIES                               | Noviembre |    |    |    |    | diciembre 1982 |    |    |    |    | 1983 |    |    | enero |    | feb |
|--|-----------|----|----|----|----|----------------|----|----|----|----|------|----|----|-------|----|-----|
|  | 4         | 8  | 15 | 22 | 26 | 3              | 9  | 16 | 22 | 28 | 5    | 11 | 1P | 26    | 1  |     |
| <b>CYANOPHYCEAE</b>                    |           |    |    |    |    |                |    |    |    |    |      |    |    |       |    |     |
| Merismopedia sp.                       | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | 10 | -  | -  | 5    | -  | -  | -     | -  | -   |
| Microcystis aeruginosa                 | -         | 12 | -  | -  | -  | -              | 38 | 14 | -  | 40 | -    | -  | -  | -     | -  | 3   |
| * Gloeotheca sp.                       | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | 7  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | 2   |
| ● Anabaena spiroides                   | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | -   |
| Anabaena sp.                           | -         | -  | -  | 3  | -  | 4              | 2  | 76 | 4  | -  | -    | 4  | 5  | 5     | 17 | 15  |
| Raphidiopsis mediterranea              | 3         | -  | -  | -  | -  | 4              | -  | -  | -  | 8  | 15   | 9  | 5  | -     | -  | -   |
| * Oscillatoria limnetica               | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | 7   |
| Oscillatoria sp.                       | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | 4  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | -   |
| <b>EUCHLOROPHYCEAE</b>                 |           |    |    |    |    |                |    |    |    |    |      |    |    |       |    |     |
| Chlamydomonas sp.                      | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | 25   | 18 | 2  | 14    | 6  | -   |
| * Pteromonas sp.                       | -         | 3  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | -   |
| * Pandorina morum                      | -         | -  | -  | 3  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | -   |
| * Schroederia setigera                 | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | -    | 4  | -  | -     | -  | -   |
| * Sphaerocystis sp.                    | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | -   |
| * Oocystis sp.                         | 6         | 3  | 3  | 9  | -  | 4              | 5  | 7  | -  | -  | -    | -  | 7  | 7     | 3  | -   |
| * Chodatella citriformis               | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | -   |
| ● Treubaria schmidlei                  | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | -   |
| ● Ankistrodesmus falcatus              | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | 4  | 88   | 8  | -  | 17    | 15 | -   |
| Ankistrodesmus gracilis                | -         | 3  | 9  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | -   |
| * Monoraphidium contortum              | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | -    | -  | 2  | -     | -  | -   |
| * Monoraphidium minutum                | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | -   |
| * Microactinium pusillum               | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | -   |
| ● Dictyopharium ehremergianum          | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | 17 | 4  | -  | -    | -  | -  | -     | 3  | -   |
| ● Dictyopharium pulchellum             | -         | -  | 3  | -  | -  | -              | -  | 3  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | -   |
| ● Paradoxia multiseta                  | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | -   |
| ● Coelastrum microporum                | -         | -  | -  | -  | -  | 4              | 2  | 3  | -  | -  | -    | -  | 2  | -     | -  | -   |
| ● Crucigenia tetrapedia                | -         | 3  | -  | -  | 21 | -              | -  | 20 | 12 | 40 | 10   | -  | 5  | 3     | -  | -   |
| ● Crucigenia quadrata                  | -         | -  | -  | 6  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | -    | -  | -  | 3     | -  | -   |
| ● Crucigenia fenestrata                | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | 40 | -    | -  | -  | -     | -  | -   |
| * Crucigenia rectangularis             | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | -   |
| * Crucigenia lauterbornii              | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | -   |
| Tetrastrum staurogeniaeforme           | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | -   |
| ● Scenedesmus acuminatum               | -         | 3  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | -   |
| ● Scenedesmus eornis                   | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | -   |
| * Scenedesmus eornis v. disciformis    | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | -   |
| ● Scenedesmus arcuatus                 | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | 4  | -  | -    | -  | 2  | -     | -  | -   |
| * Scenedesmus brevispina               | -         | -  | -  | -  | -  | -              | 2  | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | 3  | -   |
| ● Scenedesmus denticulatus             | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | -   |
| ● Scenedesmus armatus v. bicaudatus    | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | -   |
| ● Scenedesmus quadricauda              | -         | -  | -  | 6  | -  | 4              | -  | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | -   |
| ● Scenedesmus bicaudatus               | -         | -  | -  | -  | -  | 4              | -  | -  | 4  | 16 | -    | 9  | -  | -     | -  | -   |
| ● Scenedesmus intermedius              | -         | -  | 12 | -  | -  | -              | -  | 10 | 4  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | -   |
| ● Scenedesmus intermedius v. acaudatus | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | -    | -  | 5  | -     | -  | -   |
| * Scenedesmus protuberans              | 3         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | 3  | -   |
| * Actinastrum hantzschii               | -         | -  | 6  | -  | 6  | 16             | 12 | 3  | 4  | 24 | -    | -  | -  | 3     | 3  | -   |
| * Actinastrum gracilimum               | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | 15   | -  | -  | -     | -  | -   |
| * Pediastrum birradiatum               | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | 5    | -  | -  | -     | -  | -   |
| * Pediastrum duplex                    | -         | -  | 3  | -  | -  | -              | -  | 3  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | -   |
| * Pediastrum simplex                   | -         | -  | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | -   |
| ● Pediastrum tetras                    | -         | -  | -  | -  | -  | 2              | -  | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -     | -  | -   |

\* Especie que no se presentó en la ribera izquierda

● Especie que no se presentó en la ribera derecha.

Cuadro 3 - Continuación

| ESPECIE                            | noviembre |     |    |    |    | diciembre 1982 |    |    |    |     | 1983 enero |    |    |    | feb |
|------------------------------------|-----------|-----|----|----|----|----------------|----|----|----|-----|------------|----|----|----|-----|
|                                    | 4         | 8   | 15 | 22 | 26 | 3              | 9  | 16 | 22 | 28  | 5          | 11 | 18 | 26 | 1   |
| * Chlorococcales ni (1)            | -         | -   | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -   | -          | -  | -  | -  | -   |
| Chlorococcales ni (2)              | 6         | -   | 6  | 3  | -  | -              | -  | 7  | 4  | -   | 15         | 9  | 2  | -  | -   |
| ** Chlorococcales ni (3)           | -         | -   | 9  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -   | -          | -  | -  | -  | -   |
| * Chlorococcales ni (4)            | -         | -   | -  | 3  | -  | -              | -  | -  | -  | -   | -          | -  | -  | -  | -   |
| * Chlorococcales ni (5)            | -         | -   | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -   | -          | -  | -  | -  | -   |
| ULOTHROPHYCEAE                     |           |     |    |    |    |                |    |    |    |     |            |    |    |    |     |
| * Ulothrix sp.                     | -         | -   | -  | -  | 3  | -              | -  | -  | -  | -   | -          | -  | -  | -  | -   |
| Planctonema lauterbornii           | -         | -   | -  | 6  | 3  | -              | -  | 7  | -  | -   | 5          | -  | -  | -  | -   |
| * Cladophora sp.                   | -         | -   | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -   | -          | -  | -  | -  | -   |
| ZYGOPHYCEAE                        |           |     |    |    |    |                |    |    |    |     |            |    |    |    |     |
| Closterium kutzingii               | -         | -   | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -   | -          | -  | -  | -  | -   |
| Closterium sp <sub>1</sub>         | -         | -   | 3  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -   | -          | -  | -  | 3  | -   |
| Closterium sp <sub>2</sub>         | -         | -   | -  | -  | -  | 6              | 2  | -  | -  | -   | -          | -  | -  | -  | -   |
| Closterium sp <sub>3</sub>         | -         | -   | -  | -  | 3  | -              | -  | -  | -  | -   | -          | -  | -  | -  | -   |
| Closterium sp <sub>4</sub>         | -         | -   | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | 8   | -          | -  | -  | -  | -   |
| Closterium sp <sub>5</sub>         | -         | -   | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -   | 4          | -  | 3  | -  |     |
| Closterium sp <sub>6</sub>         | -         | -   | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -   | -          | -  | -  | -  |     |
| ** Cosmarium sp <sub>1</sub>       | -         | -   | -  | -  | -  | -              | -  | 4  | -  | -   | -          | -  | -  | -  | -   |
| ** Cosmarium sp <sub>2</sub>       | -         | -   | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | 8   | -          | -  | -  | -  | -   |
| Staurodesmus sp.                   | -         | -   | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -   | -          | -  | -  | -  | -   |
| * Staurastrum sp <sub>1</sub>      | -         | -   | 3  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -   | -          | -  | -  | -  | -   |
| * Staurastrum sp <sub>2</sub>      | -         | -   | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -   | -          | -  | -  | -  | -   |
| * Staurastrum sp <sub>3</sub>      | -         | -   | -  | -  | -  | 4              | -  | -  | -  | -   | -          | -  | -  | -  | -   |
| * Staurastrum sp <sub>4</sub>      | -         | -   | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -   | -          | -  | -  | -  | -   |
| * Staurastrum sp <sub>5</sub>      | -         | -   | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -   | -          | -  | -  | -  | -   |
| BACILLARIOPHYCEAE                  |           |     |    |    |    |                |    |    |    |     |            |    |    |    |     |
| Melosira granulata                 | -         | 42  | 6  | -  | -  | -              | 5  | -  | 16 | 64  | 60         | 9  | -  | -  | -   |
| Melosira g. v. angustissima        | 59        | 27  | -  | 12 | 21 | -              | -  | -  | 12 | 16  | 50         | -  | -  | -  | 48  |
| Melosira g. v. jonensis            | 78        | 87  | 33 | 57 | 75 | -              | 10 | 21 | 60 | 280 | 65         | 99 | 7  | -  | -   |
| Melosira g. v. valida f. curvata   | 12        | 33  | -  | -  | -  | 8              | -  | -  | -  | -   | -          | -  | -  | -  | -   |
| Melosira distans                   | 81        | 114 | 36 | 51 | 48 | -              | 20 | -  | 32 | 150 | 36         | 12 | -  | 27 |     |
| Melosira herzogii                  | 18        | -   | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -   | -          | -  | -  | 7  | 12  |
| * Cyclotella meneghiniana          | -         | -   | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -   | -          | -  | -  | -  | -   |
| * Cyclotella sp.                   | 12        | -   | 12 | 9  | 6  | 8              | 6  | -  | 4  | 10  | 13         | 7  | 10 | 21 |     |
| ** Fragilaria construens           | -         | -   | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -   | 22         | -  | -  | -  | -   |
| ** Fragilaria sp.                  | -         | -   | -  | -  | 3  | -              | -  | -  | -  | -   | -          | -  | -  | -  | 6   |
| * Bynedia sp.                      | -         | -   | -  | 9  | 6  | -              | -  | -  | -  | -   | -          | -  | 10 | 13 | 6   |
| * Eunotia sp.                      | -         | -   | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -   | -          | -  | -  | -  | 3   |
| * Gyrodinium sp.?                  | 3         | -   | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -   | -          | -  | 2  | -  | -   |
| Navicula sp <sub>1</sub>           | -         | -   | 6  | -  | -  | -              | -  | 7  | -  | -   | -          | -  | -  | -  | -   |
| Navicula sp <sub>2</sub>           | -         | -   | -  | -  | 15 | 8              | 2  | 4  | -  | -   | 4          | 2  | -  | -  | -   |
| Comphonema sp.                     | -         | -   | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -   | -          | -  | -  | -  | -   |
| * Diatomea pennada sp <sub>1</sub> | -         | 3   | -  | 3  | -  | -              | -  | -  | -  | -   | -          | -  | -  | -  | -   |
| Diatomea pennada sp <sub>2</sub>   | 6         | -   | -  | -  | -  | 20             | 2  | -  | -  | -   | 4          | 2  | -  | -  |     |
| Diatomea pennada sp <sub>3</sub>   | -         | -   | -  | -  | -  | -              | -  | -  | -  | -   | -          | -  | 7  | -  |     |
| Diatomea pennada sp <sub>4</sub>   | -         | -   | -  | 3  | -  | -              | -  | -  | 4  | -   | 5          | -  | 2  | -  |     |
| Diatomea pennada sp <sub>5</sub>   | -         | -   | -  | -  | -  | -              | 2  | -  | -  | -   | -          | -  | -  | 3  |     |



Cuadro 3 Continuación

| ESPECIE                             | noviembre |    |    |    |    | diciembre |    |    |    | 1982 |    |    |    | 1983 |    |  |  | feb. |
|-------------------------------------|-----------|----|----|----|----|-----------|----|----|----|------|----|----|----|------|----|--|--|------|
|                                     | 4         | 8  | 15 | 22 | 26 | 3         | 9  | 16 | 22 | 28   | 5  | 11 | 18 | 26   | 1  |  |  |      |
| • Diatomea pennada sp. <sub>6</sub> | -         | -  | -  | -  | -  | -         | 4  | -  | -  | -    | -  | -  | 2  | -    | -  |  |  |      |
| • Diatomea pennada sp. <sub>7</sub> | -         | -  | -  | -  | -  | -         | -  | -  | -  | 8    | -  | -  | 5  | 3    | -  |  |  |      |
| • Diatomea pennada sp. <sub>8</sub> | -         | -  | -  | -  | -  | -         | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | -    | -  |  |  |      |
| XANTHOPHYCEAE                       |           |    |    |    |    |           |    |    |    |      |    |    |    |      |    |  |  |      |
| •• Goniochloris iyengarif           | -         | -  | -  | -  | -  | -         | -  | -  | -  | -    | 5  | -  | -  | 3    | -  |  |  |      |
| • Goniochloris fallax               | -         | -  | -  | -  | -  | -         | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | -    | -  |  |  |      |
| • Goniochloris smithii              | -         | -  | -  | -  | -  | -         | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | -    | -  |  |  |      |
| • Centritractus bulenophorus        | -         | -  | -  | -  | -  | -         | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | -    | -  |  |  |      |
| CHRYSOPHYCEAE                       |           |    |    |    |    |           |    |    |    |      |    |    |    |      |    |  |  |      |
| • Dinobryon divergens               | -         | -  | -  | -  | -  | -         | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | -    | -  |  |  |      |
| • Chrysodidymus synuroides          | -         | -  | -  | -  | -  | -         | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | -    | -  |  |  |      |
| • Synura sp.                        | -         | 6  | -  | 6  | -  | -         | -  | -  | -  | -    | -  | -  | 7  | 3    | -  |  |  |      |
| • Monosigaceae ni                   | -         | -  | -  | -  | -  | -         | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | -    | -  |  |  |      |
| CRYPTOPHYCEAE                       |           |    |    |    |    |           |    |    |    |      |    |    |    |      |    |  |  |      |
| • Chroomonas acuta                  | -         | 12 | 48 | 18 | 18 | 32        | 15 | 17 | 28 | 8    | 5  | 9  | 44 | 27   | 21 |  |  |      |
| • Chroomonas minuta                 | -         | 15 | 57 | 60 | 36 | 108       | 52 | 65 | 84 | 88   | 90 | 84 | 44 | 30   | 9  |  |  |      |
| • Cryptomonas ovata                 | -         | -  | 3  | 9  | 15 | 20        | 12 | -  | 32 | -    | 15 | 9  | 17 | 7    | -  |  |  |      |
| • Cryptomonas erosa                 | 6         | 6  | 15 | 21 | 24 | 68        | 30 | 20 | 64 | 40   | 10 | 60 | 14 | 41   | 51 |  |  |      |
| • Cryptomonas erosa v. reflexa      | -         | -  | 9  | -  | 6  | 4         | -  | 14 | -  | 8    | -  | 4  | 2  | 7    | 6  |  |  |      |
| DINOPHYCEAE                         |           |    |    |    |    |           |    |    |    |      |    |    |    |      |    |  |  |      |
| • Peridinium sp. <sub>1</sub>       | -         | 3  | 6  | -  | -  | 8         | -  | -  | 8  | 24   | -  | 31 | 12 | 58   | 15 |  |  |      |
| • Peridinium sp. <sub>2</sub>       | -         | -  | -  | -  | -  | -         | -  | -  | -  | -    | -  | -  | 7  | -    | -  |  |  |      |
| EUGLENOPHYCEAE                      |           |    |    |    |    |           |    |    |    |      |    |    |    |      |    |  |  |      |
| •• Strombomonas ovalis              | -         | -  | -  | -  | -  | 4         | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | -    | -  |  |  |      |
| •• Strombomonas rotunda             | -         | -  | -  | -  | -  | -         | -  | -  | -  | -    | -  | 4  | -  | -    | -  |  |  |      |
| • Strombomonas sp.                  | -         | -  | -  | -  | -  | -         | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | -    | -  |  |  |      |
| • Trachelomonas atomaria            | -         | -  | -  | -  | -  | -         | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | -    | 6  |  |  |      |
| • Trachelomonas rotunda             | -         | -  | -  | -  | -  | 3         | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | -    | -  |  |  |      |
| • Trachelomonas planctonica         | -         | -  | -  | -  | -  | -         | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | -    | -  |  |  |      |
| • v. flexicollis                    | -         | -  | -  | -  | -  | -         | -  | 3  | -  | -    | -  | -  | -  | -    | -  |  |  |      |
| • Trachelomonas oblonga             | -         | -  | -  | -  | -  | -         | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | -    | -  |  |  |      |
| • Trachelomonas sp.                 | -         | -  | 9  | 3  | 3  | -         | -  | 3  | 8  | 8    | 5  | -  | 2  | 3    | -  |  |  |      |

Los demás grupos presentes fueron de poca importancia: Ulthrycophyceae estuvo representada fundamentalmente por *Planctonema lauterbornii*; Zygothrycaceae por quince especies de aparición esporádica; Xanthophyceae por cuatro especies principalmente en la ribera derecha; Chrysophyceae especialmente por *Synura* sp.; Dinophyceae por dos especies del género *Peridinium* y Euglenophyceae por tres especies del género *Strombomonas* y cinco de *Trachelomonas*.

La composición cualitativa del fitoplancton, en general, fue bastante homogénea durante toda la época de muestreo (Cuadro 3).

El número de especies presentes en cada muestra resultó bajo, variando entre 14 y 30 ( $\bar{x} = 21$ , C.V. = 16%). La máxima riqueza específica se presentó el 18 de enero de 1983 en momentos en que el río se encontraba estabilizado en aguas altas y la mínima el 4 de noviembre de 1982 cuando se registró la menor marca hidrométrica.

### Análisis cuantitativo del fitoplancton

La concentración de células en el centro del cauce varió entre 225 (cuando el río se encontraba en rápida creciente) y 840 cel/ml en el momento en que se registró la máxima altura hidrométrica (fig. 5, Cuadro 4). El alto valor del 28 de diciembre de 1982 se debió a un incremento marcado de las *Euchlorophyceae* y *Bacillariophyceae*

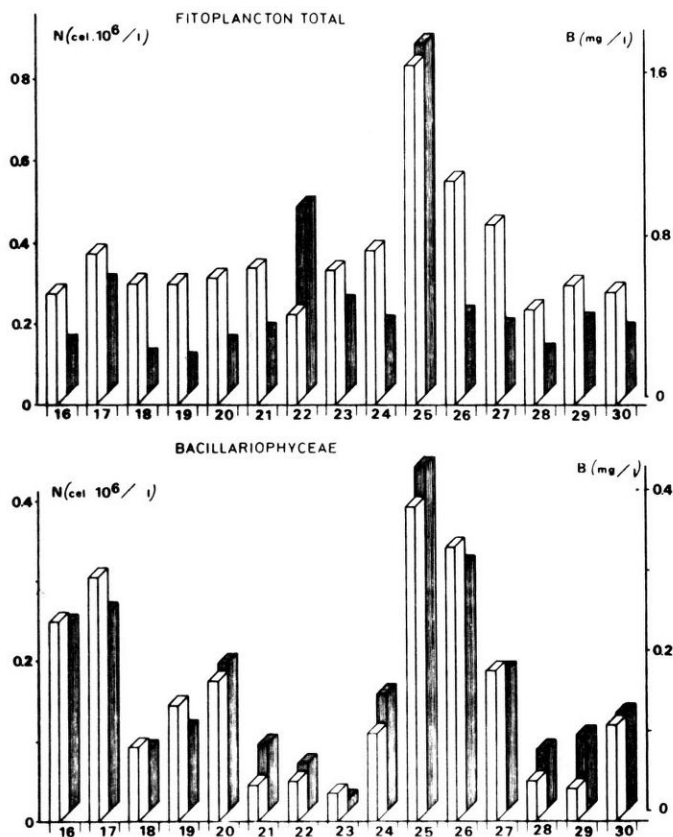


Fig. 5: Variación del número de células (N, barras blancas) y la biomasa (B, barras grises) del fitoplancton total y Las Bacillariophyceae en el centro del cauce.

Cuadro 4  
 Promedios ( $\bar{x}$ ) y coeficientes de variación (CV, en %) del fitoplancton total, principales grupos componentes (cél./ml), diversidad específica (bits/cél.) y componente de equitatividad sobre la base del número de células.

|                       | R. izquierda |     | Centro    |     | R. derecha |     |
|-----------------------|--------------|-----|-----------|-----|------------|-----|
|                       | $\bar{x}$    | CV  | $\bar{x}$ | CV  | $\bar{x}$  | CV  |
| Fitoplancton total    | 472          | 30  | 369       | 42  | 482        | 31  |
| Cyanophyceae          | 18           | 100 | 21        | 128 | 18         | 148 |
| Euchlorophyceae       | 60           | 72  | 50        | 95  | 73         | 72  |
| Bacillariophyceae     | 222          | 53  | 155       | 76  | 193        | 47  |
| Cryptophyceae         | 146          | 61  | 119       | 48  | 165        | 44  |
| Euglenophyceae        | 9            | 95  | 4         | 69  | 7          | 88  |
| Diversidad específica | 3,45         | 17  | 3,52      | 10  | 3,66       | 9   |
| Equitatividad         | 0,76         | 25  | 0,79      | 12  | 0,81       | 17  |

y se podría atribuir a algún aporte isleño localizado. Cuando el río se estabilizó alrededor de los 6 m de altura se nota un descenso en la concentración del fitoplancton.

Las Bacillariophyceae (fig. 5, Cuadro 4) fueron las dominantes numéricas con oscilaciones entre 28 y 392 células/ml, estuvieron presentes en todas las muestras y representaron entre el 8 y el 90 % del total de cada muestra ( $\bar{x} = 42\%$ , C.V. = 58%) (fig. 8). Se observa una buena correlación entre la concentración de fitoplancton total y la de Bacillariophyceae  $r = 0,65$  ( $p < 0,001$ ). Esta dominancia de las diatomeas ya fue señalada para el Paraná medio<sup>4,5,15</sup>, para el alto Paraná<sup>1,22</sup>, los ríos Volga<sup>9</sup>, Nilo<sup>19</sup>, Ganges<sup>11</sup>, Tamesis y Kennet<sup>10</sup>, entre otros.

Cryptophyceae (fig. 6, Cuadro 4) fue generalmente subdominante con valores entre 6 y 232 células/ml y contribuyeron en cada muestra con un porcentaje que varió entre 2 y 68 % ( $\bar{x} = 34\%$ , C.V. = 51 %) (fig. 8). La correlación entre el número de células del fitoplancton total y la de Cryptophyceae fue 0,37 ( $p < 0,02$ ).

Le siguen, en importancia numérica, las Euchlorophyceae quienes se encontraron también en todas las muestras con valores comprendidos entre 9 y 208 células/ml (fig. 6, Cuadro 4) y un porcentaje de participación en cada muestra entre 2 y 24 % ( $\bar{x} = 12\%$ , C.V. = 48 %) (fig. 8). La correlación con la concentración total de fitoplancton es de 0,56 ( $p < 0,001$ ).

La diversidad específica (fig. 7, Cuadro 4) sobre la abundancia numérica presentó un mínimo de 2,9 bits/cél y un máximo de 4 bits/cél. Estas cifras están en el orden de las registradas para el cauce principal del Paraná y para ríos circundantes a la isla Carabajal<sup>5</sup> (aguas abajo de la zona de estudio). En este caso, la medida de la diversidad no manifiesta cambios comparables a los experimentados en las condiciones hidrológicas. El máximo valor de diversidad específica se registró en la muestra que tuvo mayor riqueza específica, el mínimo valor de diversidad coincidió con la muestra que tuvo el menor número de especies. El componente de equitatividad estuvo comprendido entre 0,54 y 0,93 (fig. 7, Cuadro 4).

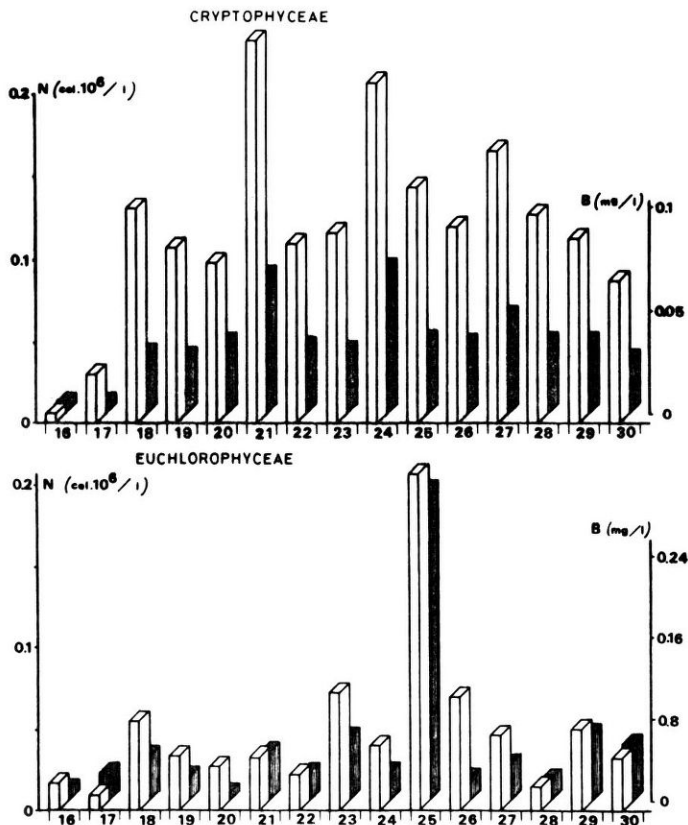


Fig. 6: Variación del número de células (N, barras blancas) y la biomasa (B, barras grises) de las Cryptophyceae y Euchlorophyceae, en el centro del cauce.

El caudal de células estuvo comprendido entre  $4,8 \times 10^{12}$  cél./s y fue superior al caudal de células estimado para el Paraná medio en aguas bajas<sup>15</sup>. El caudal de células presenta una correlación positiva con el caudal del río.

Los factores ambientales que tuvieron una correlación significativa con la concentración del fitoplancton fueron: profundidad, temperatura y transparencia (Cuadro 5); todos ellos con un coeficiente similar. Es llamativa la relación directa entre el número de células y el nivel hidrométrico, pues la mayor parte de la bibliografía consultada se-

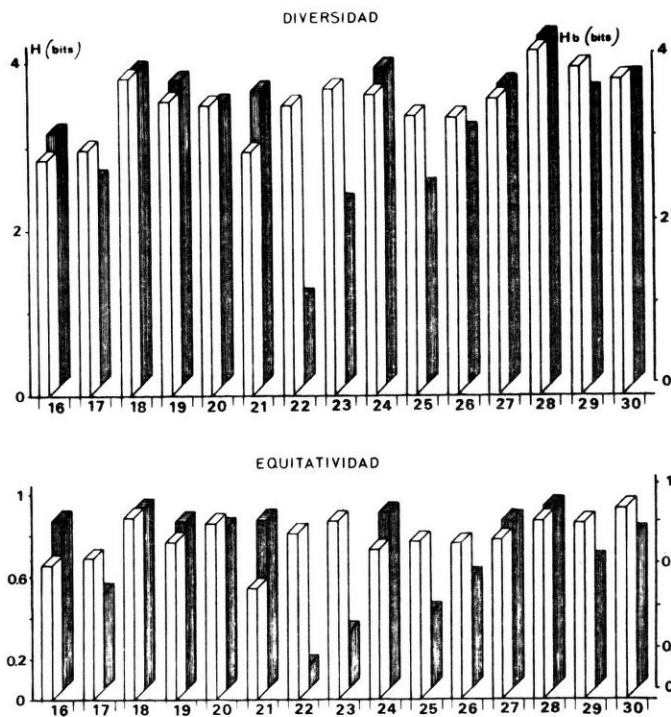


Fig. 7: Variación de la diversidad específica y de la equitatividad sobre la base del número de células (barras blancas) y sobre la biomasa (barras grises).

ñala una relación inversa que se interpreta como consecuencia del fenómeno de dilución<sup>13</sup>. Este hecho podría explicarse teniendo en cuenta el efecto favorable de la temperatura y transparencia (correlación significativa y positiva de la concentración con ambos parámetros), además de otros parámetros no estimados, tales como nutrientes, que podrían estar jugando un papel fundamental. En este sentido es necesario considerar que con niveles extraordinarios el río inunda una parte del valle aluvial a la que no tiene acceso durante los períodos de aguas altas en ciclos normales y que los ambientes leníticos proporcionarían altas concentraciones de algas y probablemente las zonas inundadas enriquezcan las aguas con elementos nutritivos; todo lo cual compensaría el efecto de dilución.

**Cuadro 5**  
Correlaciones simples, significativas, calculadas para la densidad del fitoplancton y su biomasa con las principales variables ambientales en el centro del cauce.

|   | Prof. | Temp.  | Transp. | Veloc. | Conduc. |
|---|-------|--------|---------|--------|---------|
| N | 0,52* | 0,49** | 0,49**  | 0,43*  |         |
| B | 0,43* |        |         |        | -0,45** |

N: concentración de fitoplancton total; B: biomasa total; Prof.: profundidad; Temp.: temperatura; Transp.: transparencia; Veloc.: velocidad de la corriente  
Conduc.: conductividad \*:  $p < 0,05$ ; \*\*:  $p < 0,1$ .

#### *Análisis de la biomasa* (Cuadro 6, fig. 8)

De las 120 especies registradas, 93 (77,5 %) son de pequeño tamaño ( $< 3000 \mu\text{m}^3$ ) y 27 (22,5 %) son especies grandes (hasta  $21.000 \mu\text{m}^3$ ).

La biomasa total del fitoplancton varió entre 0,166 mg/l y 1,748 mg/l (fig. 5, Cuadro 5). En promedio el grupo que más contribuyó con su biomasa fue Cyanophyceae, cuyo valor en las distintas muestras osciló entre 0 y 0,877 mg/l. Si bien el valor promedio fue alto ( $\bar{x} = 0,166$  mg/l), las Cyanophyceae solo fueron dominantes en unas pocas muestras. La especie que contribuyó con más biomasa al promedio fue *Microcystis aeruginosa*, quien estuvo representada por colonias de dimensiones muy variables. Se puede señalar así que en las muestras número 17, 23, 25 y 30 (caracterizadas por colonias chicas), la biomasa se sobreestimó ligeramente, en tanto que en la muestra número 22 (con colonias grandes), la biomasa resultó algo subestimada.

El grupo dominante fue, en general, Bacillariophyceae con valores comprendidos entre 0,022 y 0,429 mg/l (fig. 5, Cuadro 5).

La correlación entre la biomasa total del fitoplancton y la biomasa de las Bacillariophyceae fue significativa,  $r = 0,51$  ( $p < 0,001$ ). La dominancia de la biomasa de las diatomeas ya fue señalada para el Paraná medio<sup>6</sup> y para el río Volga<sup>9</sup>, entre otros.

La diversidad específica basada en la biomasa varió entre 1,05 y 4,19 bits/u.b. y el componente de equitatividad entre 0,12 y 0,89.

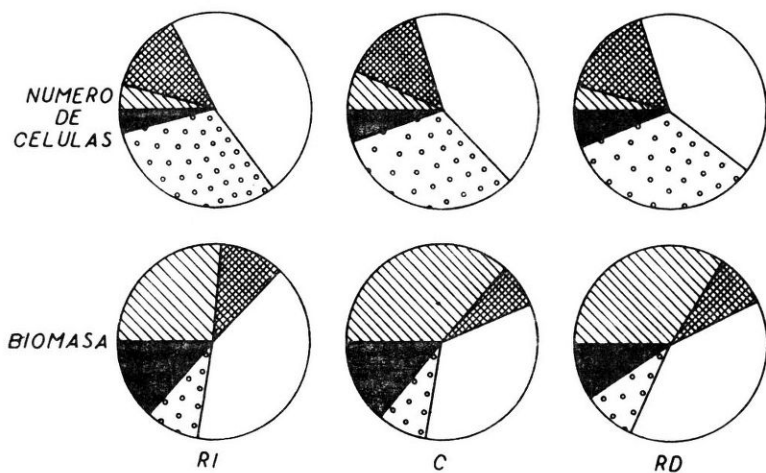
De los factores ambientales analizados, solamente la conductividad y la profundidad presentaron una correlación significativa con la biomasa total (Cuadro 5).

Las correlaciones entre el número de células y su biomasa para el fitoplancton total y las principales clases componentes resultaron significativas (Cuadro 7).

#### *Análisis de similitud*

El dendrograma de la fig. 9 expresa gráficamente el resultado del análisis de similitud. En él se observan cuatro agrupamientos.

El grupo I, está formado por muestras del centro del cauce exclusivamente. En algunos casos, muestras de fechas consecutivas presentan similitudes altas (ej: 29 y 30,  $S = 93 \%$ ; 26 y 27,  $S = 93 \%$ ).



- ▨ Cyanophyceae
- ▩ Eucchlorophyceae
- Bacillariophyceae
- ◼ Cryptophyceae
- Otros grupos

Fig. 8: Valores promedio del porcentaje de participación de los distintos grupos componentes, basados en el número de células y biomasa.

Cuadro 6

Promedios ( $\bar{x}$ ) y coeficientes de variación (CV, en %) de la biomasa total, principales grupos componentes (mg/l), diversidad específica (bits/u.b.) y componente de equitatividad sobre la base de la biomasa.

|                       | R. izquierda |     | Centro    |     | R. derecha |     |
|-----------------------|--------------|-----|-----------|-----|------------|-----|
|                       | $\bar{x}$    | CV  | $\bar{x}$ | CV  | $\bar{x}$  | CV  |
| Fitoplancton total    | 0,50         | 64  | 0,46      | 88  | 0,62       | 89  |
| Cyanophyceae          | 0,13         | 220 | 0,17      | 177 | 0,21       | 247 |
| Eucchlorophyceae      | 0,06         | 78  | 0,03      | 52  | 0,05       | 65  |
| Bacillariophyceae     | 0,20         | 43  | 0,16      | 68  | 0,24       | 43  |
| Cryptophyceae         | 0,05         | 69  | 0,03      | 51  | 0,06       | 51  |
| Euglenophyceae        | 0,01         | 92  | 0,007     | 73  | 0,01       | 94  |
| Diversidad específica | 3,37         | 24  | 3,16      | 26  | 3,33       | 23  |
| Equitatividad         | 0,72         | 33  | 0,66      | 37  | 0,71       | 34  |

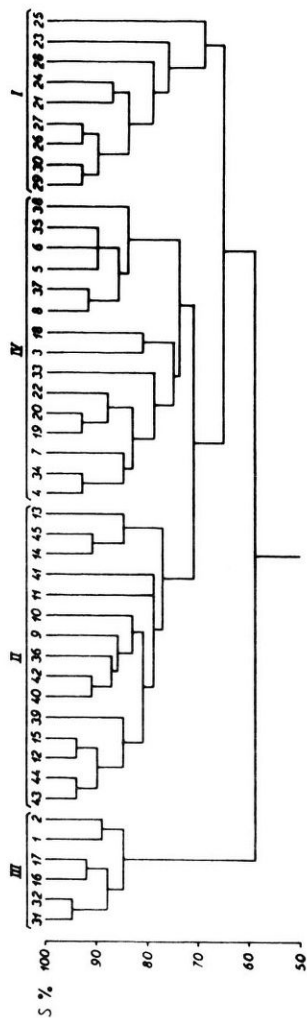


Fig. 9: Dendrograma de los coeficientes de similitud, expresados en porcentajes.



### Cuadro 7

Correlaciones simples calculadas entre la densidad del fitoplancton con su biomasa para el fitoplancton total y las principales Clases componentes en todas las muestras. \*:  $p < 0,001$  \*\*:  $p < 0,01$

|                    |        |
|--------------------|--------|
| Fitoplancton total | 0,38** |
| Euchlorophyceae    | 0,62*  |
| Bacillariophyceae  | 0,72*  |
| Cryptophyceae      | 0,95*  |

El grupo II esta formado únicamente por muestras de ambas riberas. Cabe señalar que el porcentaje de similitud entre ambas márgenes para cada fecha siempre fue superior al 77 %.

El grupo III está formado por los dos primeros muestreos, cuando el río comenzaba su ascenso después de la caída sufrida por el cierre de Itaipú, en los que se destaca mayor homogeneidad con gran similitud entre las muestras. Este grupo se encuentra más diferenciado del resto.

El grupo IV esta integrado por muestras de ambas riberas y del centro. Se observa, en algunos casos, altas similitudes entre ambas riberas (ej: 4 y 34,  $S = 93$  %), entre el centro del cauce y una ribera (ej: 3 y 18,  $S = 81$  %), entre dos fechas consecutivas (ej: 19 y 20,  $S = 93$  %).

Si bien el análisis de similitud marca claramente un grupo integrado por muestras del centro del cauce y otro con muestras de las riberas, se puede ver gran similitud entre muestreos sucesivos tanto en las riberas como en el centro.

### CONCLUSIONES

La composición cualitativa en este periodo de estudio, caracterizado por una rápida creciente ocurrida después del descenso de la marca hidrométrica provocada por el cierre de la represa de Itaipú, es semejante a la encontrada en el Paraná medio en ciclos hidrológicos normales<sup>4,5,15</sup>. La concentración de fitoplancton total supera los valores hallados en periodos de aguas altas (años 1977 – 1978)<sup>16</sup>, destacando de esta forma una influencia favorable de los altos niveles hidrométricos sobre la densidad del fitoplancton, y contradiendo la relación inversa reiteradamente señalada entre nivel hidrométrico y concentración de fitoplancton. La explicación de esta manifiesta contradicción puede atribuirse al hecho de que no se ha estudiado una parte de un ciclo hidrológico normal sino, los efectos del cierre de la represa de Itaipú y la siguiente creciente extraordinaria.

Bacillariophyceae fue el grupo dominante representado, en promedio, el 42% de la muestra. Las especies más importantes fueron: *Melosira granulata* var. *jonensis*, *Cyclotella* sp y *M. distans*, especies comúnmente registradas en el Paraná<sup>1,4,15,22</sup> y en otros ríos del mundo<sup>8,9</sup>.

El grupo subdominante fue generalmente Cryptophyceae, representado especialmente por *Chroomonas acuta*, *C. minuta*, *Cryptomonas erosa* y *C. ovata*. Esta dominancia de las Bacillariophyceae acompañada por Cryptophyceae fue señalada para el cauce principal del río Paraná en la zona circundante a la isla Carabajal<sup>5</sup> (aguas abajo del Perfil estudiado).

Se registraron 120 taxones, de los cuales el 77,5 % son especies de volumen inferior a 3000  $\mu\text{m}^3$ , que pueden considerarse representativas del nanoplancton. La correlación entre el número de células y su biomasa fue significativa ( $p < 0,01$ ) para el fitoplancton total y para los principales grupos componentes.

La biomasa dominante correspondió también a las Bacillariophyceae, al igual que en el tramo del Paraná entre Goya y Diamante<sup>6</sup>.

La diversidad específica basada en el número de células ( $\bar{x} = 3,52$  bits/cél.) estuvo en el orden de la estimada para cauces tributarios, secundarios y el principal entre Goya y Diamante<sup>4</sup>. El mismo índice basado en la biomasa ( $\bar{x} = 3,16$  bits/u.b.) fue mayor que el registrado para el mencionado tramo del Paraná<sup>6</sup>.

El componente de equitatividad estimado sobre la base de la abundancia numérica ( $\bar{x} = 0,79$ ) fue muy semejante al observado para otras zonas del río Paraná<sup>4</sup>, en tanto que el estimado sobre la biomasa ( $\bar{x} = 0,66$ ) fue mayor<sup>6</sup>.

El análisis de similitud revela la formación de grupos bien diferenciados espacialmente. Las diferencias particulares observadas manifiestan la necesidad de realizar nuevos análisis y estimaciones que permitan una mejor comprensión de los fenómenos ocurridos.

#### AGRADECIMIENTOS

A la Prof. María Ofelia García de Emiliani, por el valioso y constante apoyo brindado. Al Lic. Luis Kieffer por el asesoramiento en el uso de los programas de computación.

#### REFERENCIAS

1. Boneto, A.A.; Y. Zalocar de Domitrovic y E. Vallejos. 1982. Contribución al conocimiento del fitoplancton del Paraná medio. *ECOSUR*, 9 : 189 – 212.
2. Drago, E. 1984. Estudios limnológicos en una sección transversal del tramo medio del río Paraná. I: Caracteres geomorfológicos e hidrológicos. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 15: 1 – 6.
3. Emiliani, F. (editor), 1984. Estudios limnológicos en una sección transversal del tramo medio del río Parana. *Asociación de Ciencias Naturales del Litoral*. Santo Tomé (Santa Fe). 189 p., *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 15 (fascículos 1 y 2).
4. García de Emiliani, M.O. 1981. Fitoplancton de los principales cauces y tributarios del valle aluvial del río Paraná. Tramo Goya–Diamante. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 10: 73 – 84.

5. García de Emiliani, M.O. y N.M. Perotti de Jorda. 1982. Ecología del fitoplancton en el valle aluvial del Paraná medio (p. 25 – 66). En: Estudio ecológico del río Paraná medio (Informe II a A y E, 1a. parte). INALI. Santo Tomé, 135 p.
6. García de Emiliani, M.O. y M.I. Anselmi de Manavella. 1983. Fitoplancton de los principales cauces y tributarios del valle aluvial del río Paraná: Tramo Goya—Diamante II. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 14 : 217 – 237.
7. Iltis, A. 1977. Peuplements phytoplanctoniques du lac Tchad II. State petit Tchad (avril, 1974, novembre 1974 et février 1975). *Ch. ORSTOM, séq. Hydrobiol.*, 11: 53 – 72.
8. Kofoid, C. 1908. The plankton of the Illinois river 1894 – 1899. Part. II. Constituent organism and their seasonal distribution. *Bull. Illinois State Lab. Nat. Hist.*, 8: 3 – 361.
9. Kuzmin, G.V. 1979. Algae. A. Phytoplankton of the Volga. (p. 137 – 170) En: Mordukhai-Boltovskoi, D (ed.). The river Volga and its life. *Junk*, London. 473 p.
10. Lack, T.J. 1971. Quantitative studies on the phytoplankton of the rivers Thames and Kennet al reading. *Freshwat. Biol.*, 1: 213 – 224.
11. Lakshminaraya, J.S. 1965. Studies on the phytoplankton of the river Ganges, Varanasi, India. II The seasonal growth and succession of the plankton algae in the river Ganges. *Hydrobiol.*, 25:138 – 165.
12. Legendre, L. y P. Legendre. 1979. Ecologie numérique. 2. La structure des données écologiques, *Masson*, París. 247 p.
13. Margalef, R. 1983. Limnología. *Omega*. Barcelona, 1010 p.
14. Schiaffino, M. 1977. Fitoplancton del río Paraná. I. Sus variaciones en relación al ciclo hidrológico en cauces secundarios de la llanura aluvial. *Physis*, 36: 115 – 125.
15. Schiaffino de Marta, M. 1981. Campaña limnológica "Keratella I" en el río Paraná medio. XIII. Fitoplancton de ambientes lóticos. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 12: 140 – 147.
16. Schiaffino de Marta, M. 1981. Datos del fitoplancton del río Paraná medio (Perfil Toma Aguas Corrientes). 1977/78. (p. 23). En: Resúmenes I Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral, *Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, Santa Fe, 66 p.
17. Sokal, R.R. y F.J. Rohlf. 1979. Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. *Blume*, Madrid, 832 p.
18. Senichkin, L.G. 1978. A procedure for calculating the volumes of algal cells in plankton. *Hydrobiol. J.*, 14 : 87 – 90.
19. Talling, J.F. 1976. Phytoplankton: composition, development and productivity. p. 385 – 402. En: Rzóska J. (Ed.). The Nile, biology of an ancient river. *W. Junk. B.V. Pub.*. The Hague.
20. Uthermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommung der Quantitativen Phytoplankton methodik. *Mitt. Int. Ver. Limnol.*, 9: 1 – 38.
21. Wilhm, J.L. 1968. Use of biomass units in Shannon's formula. *Ecology*, 49: 153 – 156.
22. Zalocar de Domitrovic, Y. y E. Vallejos. 1982. Fitoplancton del río Alto Paraná. Variación estacional y distribución en relación a factores ambientales. *ECOSUR*, 9: 1 – 28.