

# FITOPLANCTON DEL RÍO ALTO PARANÁ, VARIACIÓN ESTACIONAL Y DISTRIBUCIÓN EN RELACIÓN A FACTORES AMBIENTALES

Yolanda ZALOCAR de DOMITROVIC \* y Eugenio Ramón VALLEJOS

**SUMMARY:** The phytoplankton of the Upper Parana River. Seasonal variation and distribution related to environmental factors.

Structure, population density and distribution of the phytoplankton of the Upper Paraná River (between Corpus and Ita Ibate) as well as its variations to climatic and hydrologic cycles, were studied from 1976 to 1978.

Qualitative and quantitative sub-superficial samples were obtained by monthly sampling in the middle of the river. Counts were done by the Utermöhl method with an inverted microscope.

Population density of phytoplankton ranged between 33 and 1 397 ind/ml, increasing downstream. Structural composition of this community was uniform through the studied area. The prevailing group were Diatomophyceae. Among them, *Melosira granulata* and *M.pseudogranulata* were the most abundant. Occasionally, *Synedra* prevailed. The Cyanophyceae occurred more frequently during summer, being *Lyngbya limnetica*, *Raphidiopsis mediterranea* and *Anabaena spiroides* the most numerous. These groups could even exceed the number of Diatomophyceae in summer time. Among Chlorophyceae, *Monoraphidium*, *Scenedesmus* and *Schroederia* were the dominant.

Fluctuations in phytoplankton were related to water transparency and hydrometric level of the river. Phytoplankton concentration was low in high turbidity conditions of flood periods, increasing in low water phases and higher water transparency.

## INTRODUCCIÓN

El fitoplancton de los grandes ríos sudamericanos resulta en general muy poco conocido, de lo que no se exime el río Paraná, pese a contar con algunas referencias de interés. Bonetto, A.A. (1976) en "Calidad de las aguas del río Paraná" provee de una detallada descripción del río, resumiendo toda la información disponible hasta la fecha sobre la comunidad. Otros autores, Bonetto,

\* Becaria del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL). C. Correo 291, 3400 Corrientes, Argentina.

ECOSUR	Argentina	ISSN 0325 — 108X	v.9	n.17	pág. 1-28	marzo 1982
--------	-----------	---------------------	-----	------	--------------	---------------

C.A. *et. al.*, (1979) describen el fitoplancton y su producción en el Paraná Medio, en el área de confluencia de los ríos Paraná y Paraguay. Schiaffino (1977) se refiere al fitoplancton de ambientes lóticos y, García de Emiliani (1979, 1980, 1981) al de ambientes leníticos, todos ellos correspondientes al valle aluvial del Paraná Medio.

Las investigaciones realizadas en el Alto Paraná comprenden principalmente los estudios efectuados por el Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL, 1977; E.B.Y. 1979) con el auspicio de la Entidad Binacional Yacyretá, en el marco de los convenios destinados al desarrollo de estudios ecológicos en el área que cubriría la represa homónima.

En el presente trabajo se describe la composición estructural, densidad numérica y distribución longitudinal de la comunidad fitoplanctónica, sus variaciones a lo largo de los ciclos climáticos e hidrológicos y su relación con algunos factores ambientales capaces de influir en la misma durante un período de dos años, comprendido entre agosto de 1976 y setiembre de 1978.

## METODOLOGÍA

El estudio de la comunidad fitoplanctónica se realizó a través de muestreos de periodicidad mensual, en las localidades de Corpus (estación A), Posadas (estación B), Ituzaingó (estación C) e Itá Ibaté (estación D): fig. 1.

En el centro del río se tomaron subsuperficialmente muestras cualitativas y cuantitativas. Las primeras fueron concentradas con una red de plancton de  $25\mu\text{m}$  de apertura de malla y fijadas con formol al 4%, estando destinadas a facilitar las determinaciones sistemáticas posteriores. Las segundas, recolectadas también subsuperficialmente fueron fijadas "in situ" con solución de lugol. Los recuentos de las muestras fueron realizados con un microscopio invertido Zeiss (modelo Invertoscop D) empleando la técnica de Utermöhl (1958) y cámaras tubulares de 5 y 10 cc. (más raramente de 25 cc), cuya selección estuvo condicionada a la cantidad de fitoplancton y al tipo y abundancia de sólidos suspendidos.

Las algas unicelulares fueron referidas a individuos por mililitro (ind/ml); los filamentos de *Melosira*, *Mougeotia* y *Planctonema* fueron considerados como un individuo por cada 100  $\mu\text{m}$  de longitud, aproximadamente, y las colonias (grandes y pequeñas) de *Microcystis*, *Aphanocapsa* y *Sphaerocystis* fueron contadas también como un individuo.

Paralelamente, se determinaron algunos parámetros físicos y químicos tales como temperatura, transparencia del agua, sólidos suspendidos, conductividad, pH, oxígeno disuelto, nitratos y fosfatos.

La temperatura del agua fue medida con termómetro YSI.

Las mediciones de transparencia se efectuaron con un disco de Secchi de 20 cm de diámetro.

Los sólidos suspendidos fueron analizados siempre sobre muestras subsuperficiales, por filtración sobre filtro Millipore (de 0,45  $\mu\text{m}$  de poro) durante el período 1976-1977 y sobre filtro de fibra de vidrio Whatman GF/C en el año

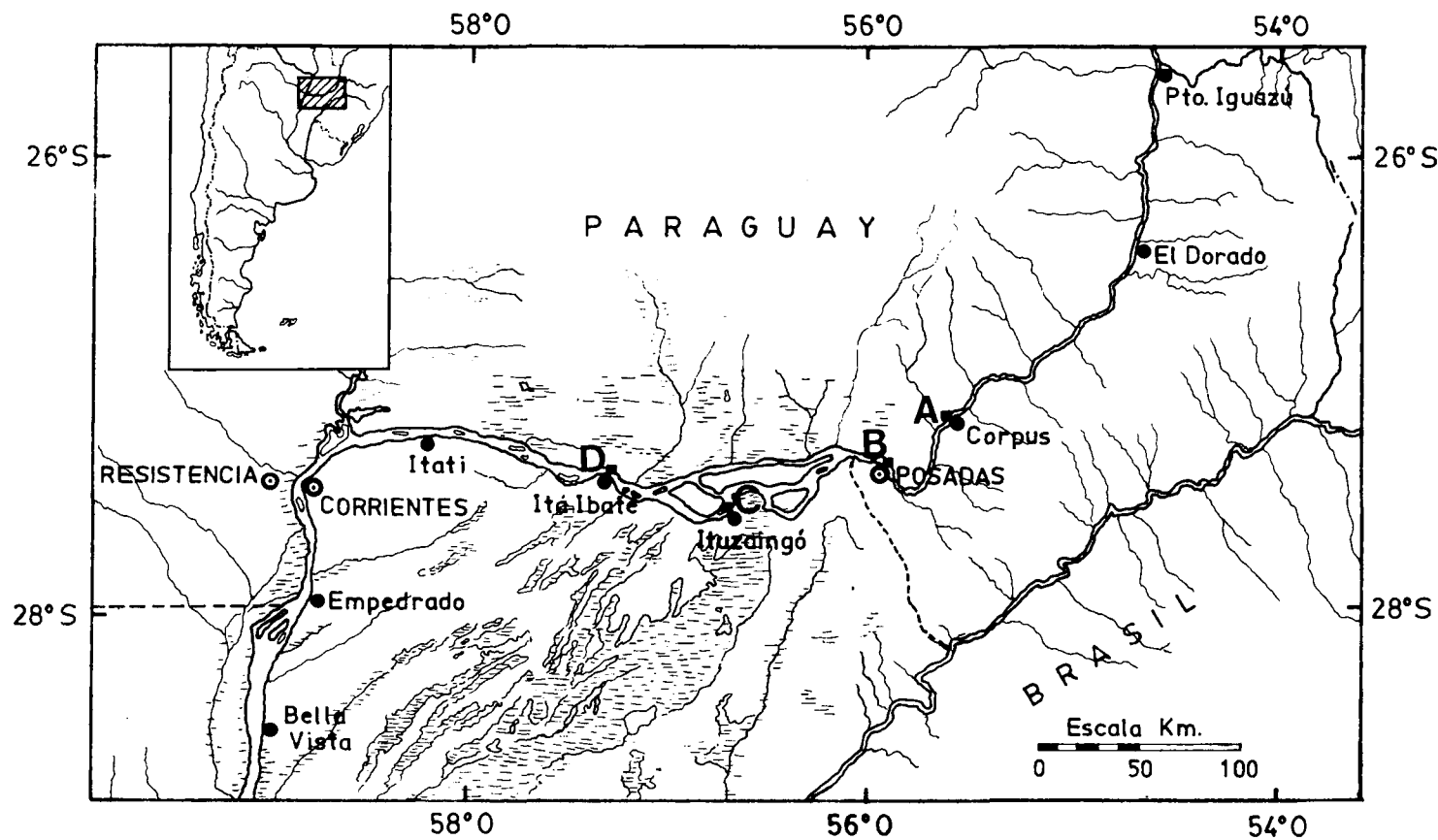


Fig. 1. Ubicación geográfica de las cuatro estaciones de muestreo. A: Corpus; B: Posadas; C: Ituzingó; D: Ita Ibaté.

1978, realizándose posteriormente, en ambos casos, la determinación de su peso seco.

La conductividad se estimó con puente conductimétrico YSI (Yellow Spring Instrument), modelo 33 SCT.

El pH fue determinado por comparador colorimétrico Lovibond 1 000 durante los trabajos de campo, y con peachímetro Orion 407 A en el laboratorio.

El oxígeno disuelto fue dosado por el método de Winkler, sobre muestras tomadas con bomba peristáltica.

Los análisis de nitratos y fosfatos se realizaron siguiendo las técnicas descritas por el Standard Methods (APHA, 1975). De tal modo, los nitratos se dosaron por el método del ácido fenildisulfónico y los fosfatos por reducción del ácido molibdofosfórico con cloruro estañoso.

## ALGUNAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LAS AGUAS

La temperatura del agua varió en un rango comprendido entre 15,1 (en Itá Ibaté) el 26/VIII/78 y 30° C (en Posadas) el 22/III/77.

La transparencia del agua resultó generalmente baja, oscilando las lecturas del disco de Secchi entre 0,08 (en Corpus e Ituzaingó) el 17/XII/77, y 1,28 m (en Itá Ibaté) el 17/V/78. Tales variaciones están relacionadas con las fluctuaciones del nivel hidrométrico, registrándose los mayores valores en los periodos de estiaje y los menores durante los picos de creciente.

La concentración de sólidos en suspensión varió entre 2,8 (en Corpus) el 1/IX/77 y 171 mg/l (en Posadas) el 3/II/77. Sus valores mostraron una estrecha correlación inversa con la transparencia del agua y ésta, a su vez, con el nivel hidrométrico del río, tal como fuera señalado por Bonetto, C.A. *et. al.*, (1979) y Bonetto, C.A. (1980).

La conductividad del agua fluctuó entre 29 (en Itá Ibaté) el 5/VIII/77 y 98  $\mu$ S/cm (en la misma estación) el 18/III/78. La composición iónica correspondió al tipo "bicarbonatado-cálcico-magnésico" (Maglianesi, 1973; CECOAL, 1977; E.B.Y., 1979).

El pH presentó valores que se mantuvieron en torno al punto neutro, oscilando entre 6,6 (en Corpus), el 18/X/77 y 7,5 (en Ituzaingó e Itá Ibaté) el 23/III/77, 2/IX/77, 11/XII/76, 28/XII/76, 16/IV/77, 19/X/77 y 18/I/78.

La concentración de oxígeno disuelto fue siempre elevada, fluctuando entre 7,3 (en Ituzaingó) el 28/XII/76 y 10,3 mg/l (en Corpus) el 26/VIII/76, dándose con frecuencia fenómenos de sobresaturación.

En lo que respecta a los micronutrientes, se determinaron concentraciones de nitratos que presentaron un rango de variación entre 0,13 (en Posadas) el 1/IX/77 y 1,31 mg/l (en Itá Ibaté) el 23/XI/77, mientras que los fosfatos (ortofosfatos) lo hicieron entre 0,015 (en Itá Ibaté) el 5/VIII/77 y 0,32 mg/l (en Posadas) el 17/III/78.

## ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL FITOPLANCTON Y SU RELACIÓN CON ALGUNOS FACTORES AMBIENTALES

La comunidad fitoplanctónica experimentó considerables variaciones durante el ciclo estudiado, oscilando su numerosidad entre 33 (en Ituzaingó, el 28/XII/76) y 1 397 ind/ml (en Itá Ibaté, el 1/IX/77).

La densidad registrada en los distintos puntos de muestreo (Corpus, Posadas, Ituzaingó e Itá Ibaté) mostró, en general, un comportamiento muy similar (fig. 2), razón por la cual se escogió una sola estación operativa (en este caso la de Ituzaingó) para la descripción de la evolución de la comunidad y estudiar la relación con los diferentes factores ambientales susceptibles de influir en la misma, sin perjuicio de hacer referencia a las restantes cuando fuera oportuno.

Al iniciarse los estudios, en agosto de 1976, con el río en aguas relativamente altas -momento en que los sólidos en suspensión registraron una concentración de 28 mg/l y la transparencia del agua alcanzó a 37,5 cm de lectura del disco de Secchi- la numerosidad del fitoplancton fue de sólo 195 ind/ml. A principios de octubre, con el descenso de las aguas, la transparencia del agua se incrementó y la densidad aumentó a 432 ind/ml. Hacia fines de dicho mes, con un pequeño incremento del caudal, aumentó la concentración de sedimentos, observándose una disminución de la transparencia del agua y de la numerosidad celular.

Durante la creciente estival de 1976-1977, en que el río presentó la máxima altura registrada durante el periodo de estudios (4,58 m, el 19/II/77), la población fitoplanctónica fue muy diluida, alcanzando sólo a 33 ind/ml, el 28/XII/76, y 60 ind/ml el 4/II/77. La carga de sedimentos se incrementó a 145 mg/l en la última fecha, reduciéndose la transparencia del agua a 24 cm de lectura del disco de Secchi (fig. 2).

En el muestreo de marzo de 1977, realizado en aguas bajas, disminuyó la cantidad de sólidos suspendidos con el consecuente aumento de la transparencia y de la numerosidad del fitoplancton con respecto a la situación anterior (diciembre de 1976 y febrero de 1977).

En el mes de abril se observó un incremento en el nivel de las aguas, las que ascendieron hasta 2,40 m (siempre en el hidrómetro de Ituzaingó). A partir de tal situación, durante los cinco meses siguientes, se observó un descenso progresivo de la altura hidrométrica, con un ligero pico hacia fines de junio, manteniéndose en aguas bajas -con pequeñas oscilaciones- a fines de julio y durante los meses de agosto y setiembre. La transparencia del agua durante el período citado aumentó progresivamente en forma paralela a la reducción del nivel, con una ligera caída a principios de agosto, guardando una relación inversa con el contenido en los sólidos suspendidos.

La densidad numérica de la comunidad experimentó un incremento paulatino con una leve disminución a mediados de junio, hasta alcanzar a principios de setiembre un pulso de gran magnitud (el mayor de todo el ciclo), con 1 004 ind/ml, en Ituzaingó, y 1 397 ind/ml, en Itá Ibaté. Dicho pulso se registró con el río en estiaje y cuando el nivel de las aguas se estabilizó en alrededor de 1

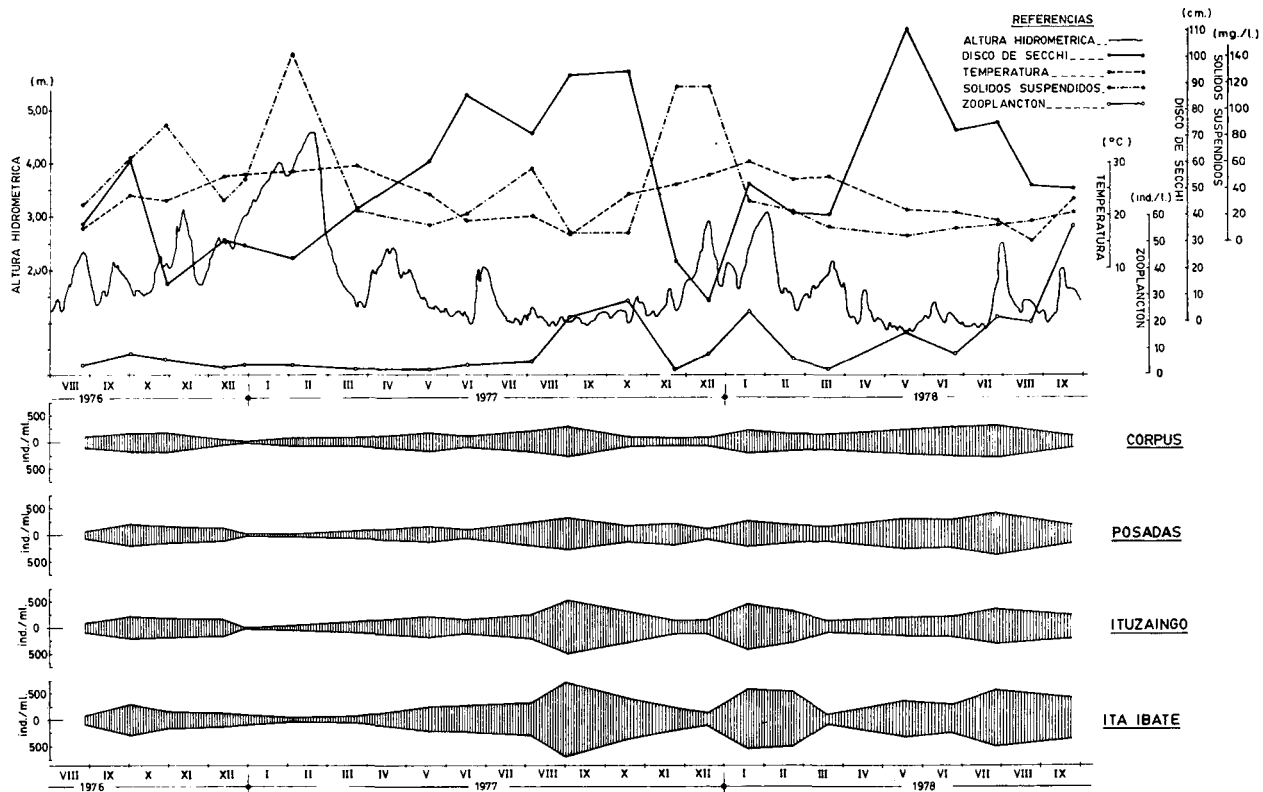


Fig. 2. Variaciones de la densidad total del fitoplancton en las cuatro estaciones de muestreo y su relación con algunos factores físicos, químicos y biológicos correspondientes a la estación de Ituzzaingo.

m (1/IX/77). En tal ocasión la concentración de sólidos en suspensión fue baja, de sólo 4,2 mg/l, y la transparencia del agua elevada, con medidas del disco de Secchi que alcanzaron a 93 cm, redundando en un clima óptico favorable para el desarrollo de las algas.

Desde octubre a diciembre, se observó un incremento progresivo del nivel hidrométrico -con pequeñas oscilaciones intermedias- ascendiendo rápidamente las aguas en el mes de diciembre hasta alcanzar a 2,91 m el 17/XII/77. Paralelamente se observó un aumento en la concentración de sólidos en suspensión y una disminución de la transparencia del agua (8 cm de lectura del disco de Secchi) y de la numerosidad algal (262 ind/ml).

En el muestreo del 18/I/78, realizado cuando las aguas se encontraban en ascenso (para llegar a 3,07 m, el 31/I/78), hubo una caída de los valores de los sólidos suspendidos y la transparencia del agua aumentó a 54 cm de lectura del disco de Secchi; al mismo tiempo se registró otro pulso de fitoplancton que alcanzó a 860 ind/ml, en Ituaingó, y 1 106 ind/ml, en Itá Ibaté. En el muestreo realizado al mes siguiente (22/II/78), etapa en que las aguas se encontraban en descenso, la transparencia fue ligeramente menor con respecto al muestreo anterior (40 cm), manteniéndose aún en esta fecha el pulso anterior de fitoplancton -aunque de intensidad ligeramente menor-, con 1 006 ind/ml (en Itá Ibaté).

En el muestreo realizado el 17/III/78, cuando las aguas se encontraban nuevamente en ascenso, la densidad celular disminuyó a 210 ind/ml, y la transparencia del agua no experimentó variaciones con respecto al muestreo anterior.

Hacia el mes de mayo, en el muestreo del 17/V/78, se registró el nivel hidrométrico más bajo de todo el ciclo considerado (0,82 m), la concentración de sólidos en suspensión también fue baja, de sólo 4,7 mg/l, mejorando la transparencia del agua para alcanzar aquí un alto registro del disco de Secchi (110 cm), trasuntándose en un incremento de la densidad celular, que alcanzó a 696 ind/ml (en Itá Ibaté).

El 26/VII/78, momento en que el río presentaba un ligero pulso, la concentración de sedimentos alcanzó a 12 mg/l, la transparencia del agua fue considerable, con 75 cm de lectura del disco de Secchi, y el fitoplancton presentó otro pulso, alcanzando a 1 061 ind/ml (en Itá Ibaté).

El 23/IX/78, muestreo realizado después que el río presentara otro pulso, se observó un ligero incremento de los sólidos suspendidos con disminución de la transparencia, reduciéndose la densidad del fitoplancton a 773 ind/ml (en la misma estación).

En general, de lo antedicho surge que, las fluctuaciones de la densidad de población estuvieron relacionadas en forma inversa con las alturas hidrométricas del río, que a su vez se correlaciona con la concentración de sólidos en suspensión, que regulan la transparencia del agua y el clima óptico.

Si bien el efecto de la temperatura en el desarrollo del fitoplancton es bien conocido, en general, no se observó una relación muy clara entre la densidad celular y dicho parámetro, seguramente por enmascararlo la acción del caudal que, generalmente, presenta el máximo en verano y el mínimo en invierno.

Durante la creciente de 1976-1977 (fig. 2), pese a las temperaturas relativamente altas (entre 27,5 y 28,5° C), la densidad algal fue baja (entre 33 y 86 ind/ml), al igual que en el muestreo realizado el 17/XII/76, durante un ligero pico de creciente de corta duración, con una temperatura de 27,5° C, en que la numerosidad celular resultó de 164 (en Corpus) y 233 ind/ml (en Itá Ibaté).

A fines de invierno de 1977, durante un periodo de bajante, con temperaturas de 16° C se registró el máximo pulso de fitoplancton (de 1 397 ind/ml, en Itá Ibaté). No obstante en los muestreos del 18/I/78 y del 26/VII/78, con temperaturas de 29 y 19° C, respectivamente, la numerosidad celular fue elevada a pesar de registrarse niveles hidrométricos relativamente altos.

Durante el otoño de 1977 y 1978, la densidad de población se incrementó paulatinamente, prosiguiendo un ascenso sostenido a favor de la pronunciada bajante, sin que se advierta una definida interrupción invernal, pese a la disminución gradual de la temperatura.

En el periodo considerado se dieron variaciones estructurales en el fitoplancton destacándose la dominancia de cianofíceas durante el verano y de diatomofíceas en el invierno.

En general, no se observó una relación definida entre numerosidad celular y concentración de nutrientes (nitratos y ortofosfatos).

Las concentraciones de nitratos y fosfatos fueron bajas durante la gran creciente estival de 1976-1977, al igual que el fitoplancton. Los valores registrados permanecieron bajos durante el otoño de 1977, al igual que la numerosidad celular; aumentaron ligeramente a mediados del invierno y disminuyeron

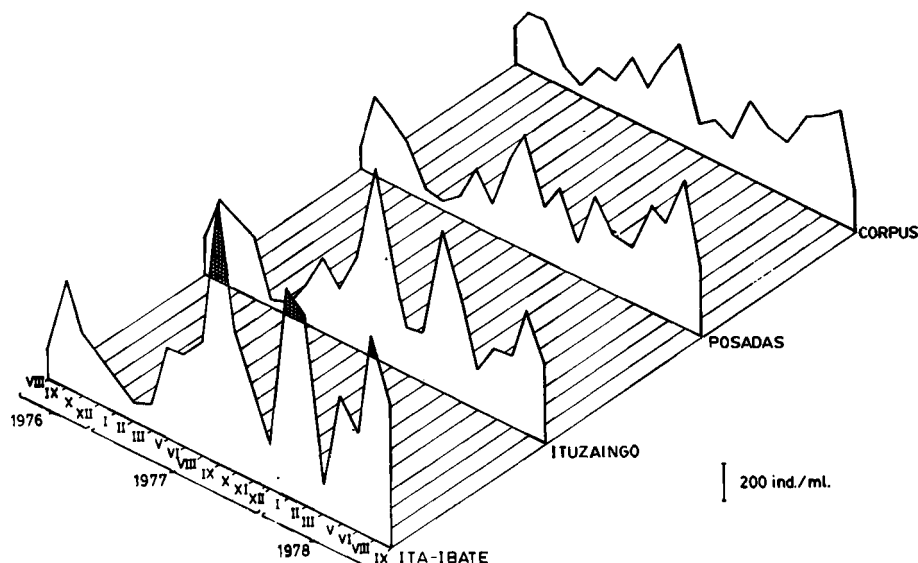


Fig. 3. Fluctuaciones mensuales del fitoplancton en las cuatro estaciones de muestreo del Alto Paraná.



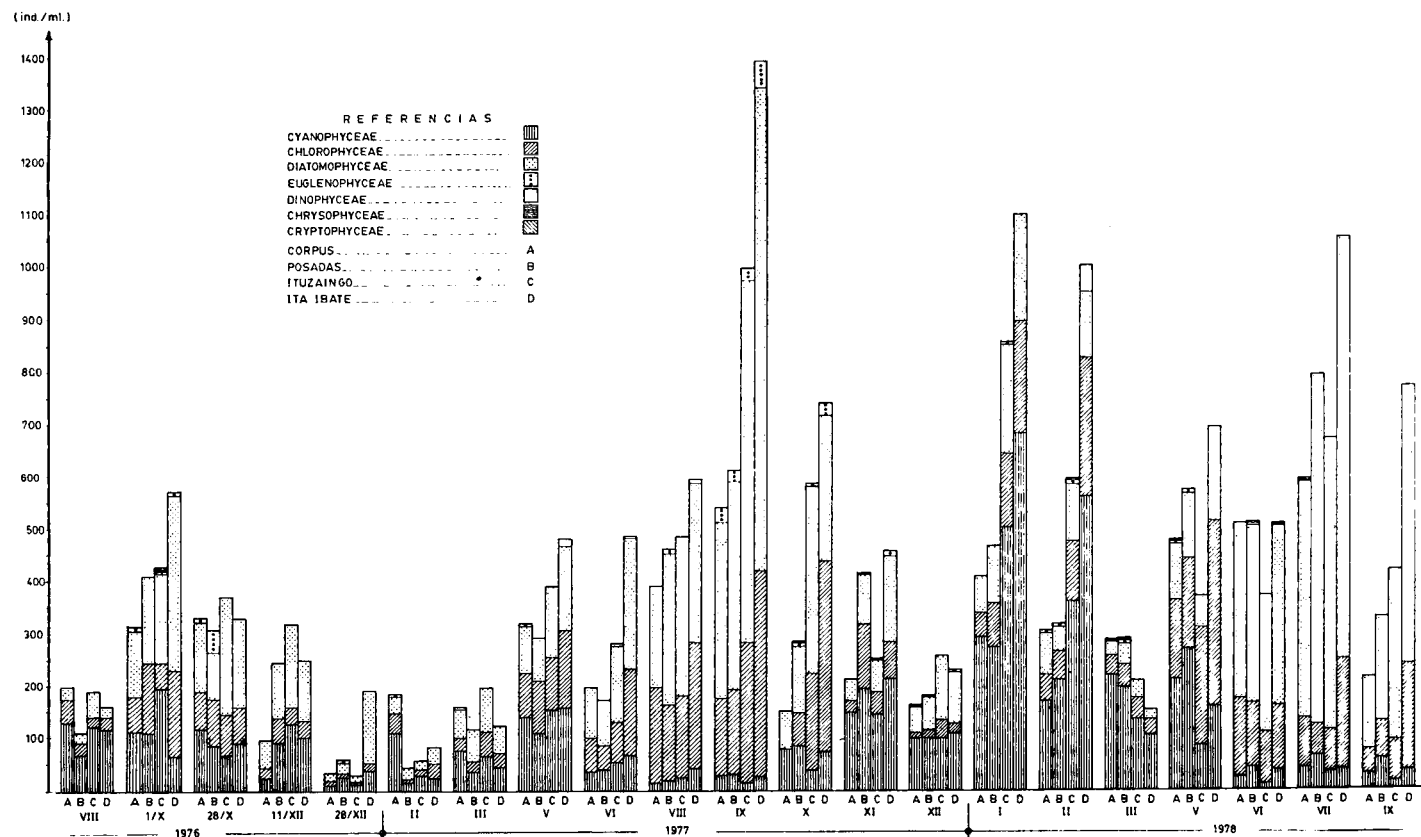


Fig. 4. Variaciones mensuales de la composición del fitoplancton en el río Alto Paraná.

al final de esta estación, en coincidencia con el pulso máximo de fitoplancton. Sus valores presentaron un importante incremento a mediados de primavera y disminuyeron al final de la misma (como el fitoplancton), en concordancia con un repentino pico de creciente de corta duración. La concentración de nutrientes se redujo (principalmente los fosfatos) a inicios y mediados del verano de 1978, momento en que se observó una densa floración de cianofíceas.

El porcentaje de saturación del oxígeno disuelto por lo general fue elevado, resultando mayor a fines de invierno en coincidencia con el pulso máximo de fitoplancton.

Sus concentraciones se redujeron durante los períodos de aguas altas, observándose el valor mínimo durante la gran creciente estival de 1977, en concordancia con los mayores valores de D.Q.O. (CECOAL, 1977; E.B.Y., 1979), lo que se atribuiría al arrastre de considerables cantidades de materia orgánica desde el valle de inundación.

Como puede advertirse en las figuras 3 y 4, para una misma fecha la densidad de población del fitoplancton fue distinta en las cuatro estaciones de muestreo. En general, hubo un progresivo incremento del número celular aguas abajo, aunque en algunos casos no se observó tal relación, probablemente por el corto trecho recorrido por las aguas, a lo que se sumarían circunstancialmente algunas rápidas fluctuaciones del nivel hidrométrico que -como fuera mencionado- se trasuntarían en variaciones de la densidad de población del fitoplancton.

## ANÁLISIS CUALITATIVO

### a) Diatomophyceae

Entre los grupos que integraron el fitoplancton del río Paraná, a lo largo de todo el ciclo estudiado, el de las diatomofíceas fue el más numeroso, siendo el responsable de los pulsos de invierno y principios de primavera. Se caracterizó por la presencia de un total de 57 especies, entre las cuales 18 corresponden a las diatomeas céntricas y 39 a las pennadas.

Durante la primavera de 1976 las diatomeas registraron una densidad de sólo 335 ind/ml (en Itá Ibaté), representando el 67% del total de la población. En la primavera siguiente, en 1977, alcanzaron a 922 ind/ml (en la misma estación), con el 70% del total. Durante el invierno de 1978 la densidad de diatomeas fue de 809 ind/ml, conformando el 85% de la totalidad del fitoplancton.

Durante los meses de verano la numerosidad fue baja, encontrándose aquí los valores mínimos de todo el ciclo (fig. 4 y 5). En general, se observó un decrecimiento de la densidad ya a fines de primavera, y luego un progresivo aumento de la misma durante los meses de otoño. En el verano de 1977 el mínimo de diatomeas fue de 12 ind/ml (en Ituzaingó), integrando el 40% del total del fitoplancton. En el próximo verano, en 1978, se registraron 20 ind/ml (en Itá Ibaté), representando el 13% de la totalidad de la población algal.

Las formas más frecuentes y abundantes del fitoplancton fueron las diatomeas céntricas, las que se caracterizaron por la dominancia del género *Melosira*.



ra (principalmente *M. granulata* y *M. pseudogranulata*). Ocasionalmente fueron superadas por diatomeas pennadas del género *Synedra*, las que determinaron el pulso de fines de invierno de 1977 (fig. 5).

El pulso de invierno de 1978 estuvo integrado por diatomeas céntricas que alcanzaron a 736 ind/ml (en Itá Ibaté), representando el 90% del total de la taxocenosis. En tal ocasión, las especies dominantes fueron *Melosira granulata* var. *granulata* y *M. pseudogranulata*. Le siguieron en orden de importancia *M. granulata* f. *curvata*, *M. granulata* var. *angustissima*, *M. italica* y *M. distans*.

En primavera de 1976 el número de formas céntricas fue menor que en 1978, registrándose 296 ind/ml (en Itá Ibaté), integrando el 87% del total de diatomeas. Las especies dominantes en tal ocasión fueron *Melosira granulata* var. *granulata* y *M. pseudogranulata*. Junto a ellas, en escaso número, se observó *M. granulata* f. *curvata*, *M. italica*, *M. herzogii* y *Cyclotella meneghiniana*.

Como puede advertirse en la fig. 5, las especies dominantes durante la mayor parte del período de estudios fueron *Melosira granulata* var. *granulata* y *M. pseudogranulata*. La subdominancia la ocuparon casi siempre *M. granulata* f. *curvata* y *M. granulata* var. *angustissima*, quedando relegadas a un tercer término *M. italica* y *M. distans*. Entre las formas céntricas de aparición esporádica, merecen citarse a *M. herzogii*, *M. dickiei*, *Cyclotella meneghiniana*, *Biddulphia laevis*, *Hydrosera whampoensis* y *Terpsinoe musica*.

Por el contrario, en el muestreo del 11/XII/76, en Corpus, las especies mencionadas como dominantes fueron desplazadas a un tercer lugar por *Melosira italica* y *M. distans*; en la misma fecha, en Ituzaingó, y en enero de 1977 en Itá Ibaté, *M. granulata* var. *granulata* y *M. pseudogranulata* fueron relegadas a un segundo lugar por *M. granulata* f. *curvata* y *M. granulata* var. *angustissima*. El 23/III/77 en todas las estaciones de muestreo las especies dominantes (*M. granulata* var. *granulata* y *M. pseudogranulata*) ocuparon el tercer lugar en importancia, siendo las más numerosas *M. granulata* f. *curvata* y *M. granulata* var. *angustissima* (fig. 5).

Las formas pennadas estuvieron representadas durante casi todo el período con porcentajes inferiores al de las céntricas, alcanzando eventualmente la dominancia. Tal es el caso del muestreo de fines de invierno de 1977, donde se registró un pulso de gran intensidad del género *Synedra* (cuya especie fue de presencia esporádica a lo largo de todo el ciclo), que alcanzó 551 ind/ml (en Itá Ibaté), representando el 60% del total de la taxocenosis.

Fuera de lo mencionado, muy raramente las diatomeas pennadas alcanzaron densidades superiores al de las céntricas, pudiendo señalarse los muestreos realizados en setiembre y octubre de 1976, en Corpus, donde alcanzaron a 86 (58%) y 71 ind/ml (57%), respectivamente. La especie más numerosa en dichas ocasiones fue *Nitzschia acicularis*, seguida en orden de importancia por *Synedra* spp., *Navicula* spp. y *Amphora* sp.

El resto de las diatomeas pennadas que integraron la comunidad fitoplanctónica a lo largo del ciclo estudiado correspondió, en general, a especies de los géneros *Nitzschia*, *Synedra*, *Navicula*, *Fragilaria*, *Amphora*, *Cocconeis* y *Gomphonema*.

## b) Cyanophyceae

Las cianofíceas se encontraron durante todo el periodo estudiado, pero fueron predominantes en primavera y verano, sobre todo en esta última estación.

El análisis estructural reveló la presencia de 19 especies, cuya lista figura en el cuadro correspondiente.

La frecuencia y abundancia con que este grupo estuvo representado hacia fines de la primavera de 1977 y durante el verano de 1977-1978, coincidió con las elevadas temperaturas imperantes, sobre todo en la última estación. Es de destacar que dicho grupo fue el responsable de los importantes pulsos registrados en el verano de 1978, donde alcanzó hasta 684 ind/ml (en Itá Ibaté), representando el 72% del total de la comunidad fitoplanctónica.

Durante el verano de 1976-1977, en que se observó una reducida numerosidad del fitoplancton, las cianofíceas -pese a las altas temperaturas- no alcanzaron la dominancia numérica de la comunidad. Esta baja densidad de población estaría relacionada a la gran creciente estival producida en esa ocasión y que fuera de mayor intensidad que la registrada en 1977-1978.

Las especies más comunes encontradas en dicho periodo fueron *Lyngbya limnetica*, *Raphidiopsis mediterranea* y *Anabaena spiroides*.

En los primeros meses de estudio, desde agosto a diciembre de 1976, la especie más numerosa en todas las estaciones de muestreo correspondió, en general, a *Anabaena spiroides* (fig. 6), cuyos valores oscilaron entre el 79 (en Corpus, el 26/VIII/76) y el 85% (en Ituzaingó, el 1/X/76, y en Itá Ibaté el 28/X/76) del total de la población. Esta especie fue ligeramente superada por *Raphidiopsis mediterranea* durante agosto y octubre de 1976, en Posadas, y en agosto del mismo año en Ituzaingó e Itá Ibaté. Durante el resto del ciclo, *A. spiroides* fue sólo de aparición esporádica, alcanzando porcentajes poco significativos, a excepción de los muestreos del 17/X/77 y 26/VII/78 en que superó numéricamente a *Lyngbya limnetica* y *Raphidiopsis mediterranea*.

*Lyngbya limnetica* resulta una de las especies más abundantes entre las cianofíceas, al igual que *Raphidiopsis mediterranea*, pudiendo influir marcadamente en algunos pulsos estivales de la comunidad.

La frecuencia y abundancia de las especies más importantes no siempre coincidió en todas las estaciones operadas. Como puede observarse en la fig. 6, *Lyngbya limnetica* fue dominante en febrero de 1977, en Corpus, pero no en las restantes estaciones de muestreo. Lo mismo se dio en el mes de junio en que adquirió mayor importancia en Corpus, Posadas e Itá Ibaté, mientras que en julio de 1978 lo fue en Ituzaingó. En cambio, fue dominante en todas las estaciones de muestreo en noviembre y diciembre de 1977, y febrero, marzo, mayo y junio de 1978. Los pulsos máximos de esta especie se observaron en febrero de 1978, en Ituzaingó e Itá Ibaté; en cambio en Corpus y Posadas fueron registrados en marzo y mayo, respectivamente.

*Raphidiopsis mediterranea* se caracterizó por su presencia constante durante el periodo estudiado. En agosto y octubre de 1976, en Posadas, fue la especie más numerosa, y en agosto de 1976 lo fue en Ituzaingó e Itá Ibaté. Fue dominante en todas las estaciones de muestreo en mayo y setiembre de 1977 y enero de 1978, registrándose el máximo en este último mes.

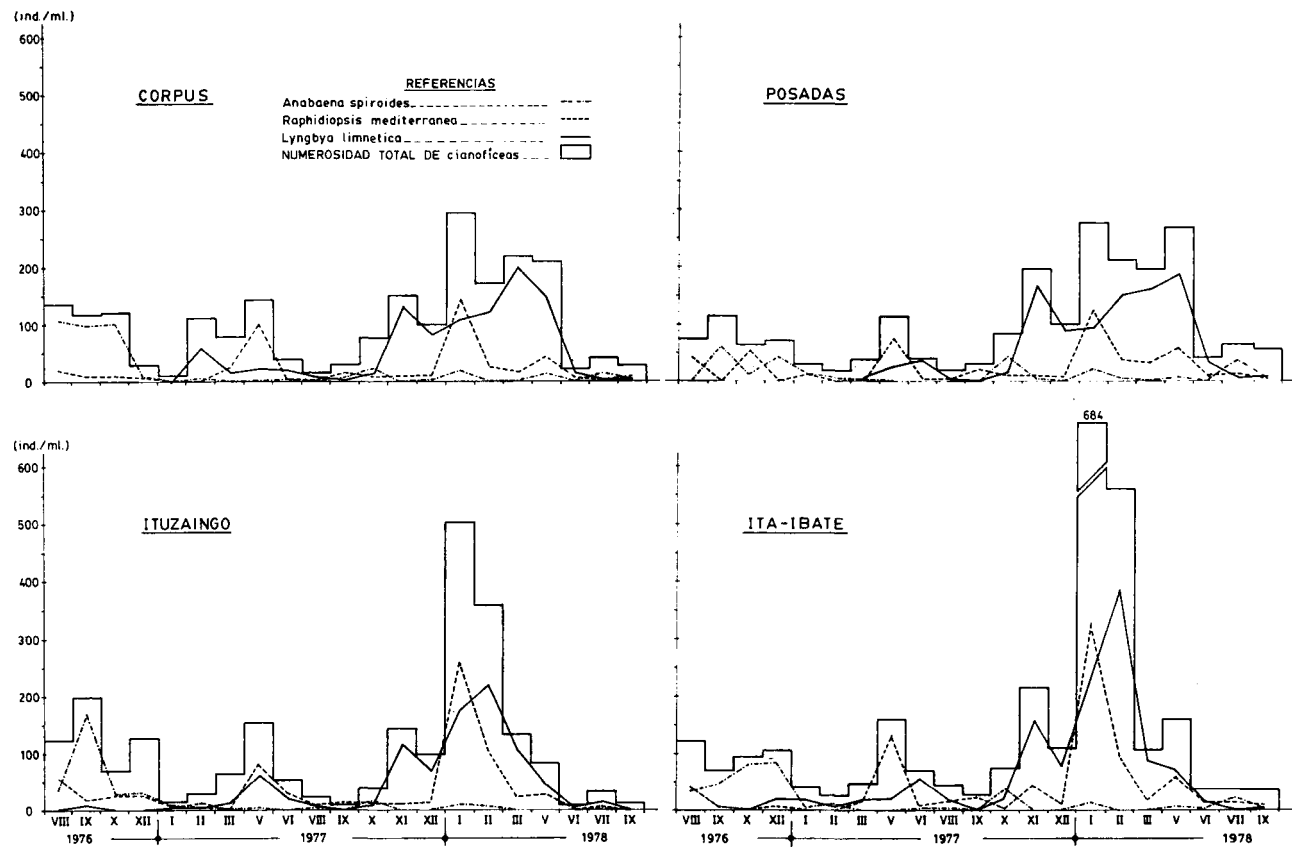


Fig. 6. Cambios estacionales de las densidades de población de tres especies de cianofíceas en las cuatro estaciones de muestreo del Alto Paraná.

Junto a las especies citadas, frecuentemente se observó la presencia de *Microcystis aeruginosa*, *Aphanocapsa elachista*, *Oscillatoria tenuis*, *Anabaena* sp. y *Anabaena circinalis*.

### c) Chlorophyceae

Las clorofíceas, en general, ocuparon el segundo y tercer lugar en importancia a excepción de los muestreos del 17/X/77, en Itá Ibaté, y del 17/V/78 en Ituzaingó e Itá Ibaté, en que alcanzaron la dominancia numérica de la comunidad. Este grupo con respecto a los demás integrantes del fitoplancton fue el de mayor riqueza específica (91 especies) y se caracterizó por la abundancia y persistencia del orden Chlorococcales, registrándose en escaso número la presencia de los órdenes Zygnematales y Volvocales (fig. 7).

Las clorofíceas fueron más comunes a mediados del otoño y a fines del invierno-principios de primavera. En setiembre de 1977 (1/IX/77), alcanzaron una densidad de 399 ind/ml (en Itá Ibaté), representando aproximadamente el 30% del total de la comunidad, siendo *Monoraphidium contortum*, *M. minutum* y *Monoraphidium* sp. las especies más numerosas. En mayo de 1978 se registraron 356 clorofíceas/ml (en Itá Ibaté), las que totalizaron el 51% del fitoplancton, caracterizadas por *Scenedesmus quadricauda*, *S. acuminatus*, *S. intermedius* y *Scenedesmus* sp.

Este grupo disminuyó su numerosidad a fines de primavera y durante el verano, observándose en esta última estación de 1977 valores mínimos de sólo 4 clorofíceas/ml (en Ituzaingó), que representaron el 10% del total de las algas. En cambio, en el verano de 1978, la densidad fue mayor y alcanzó sus valores máximos en Itá Ibaté (267 ind/ml), con el 27% del total de la comunidad. En tales ocasiones las especies más abundantes fueron *Monoraphidium contortum*, *Monoraphidium* spp., *Scenedesmus quadricauda*, *Scenedesmus* spp. y *Schroederia setigera*.

Por lo común, los géneros dominantes a lo largo de todo el período fueron *Monoraphidium* (*M. contortum*, *M. minutum*, *M. griffithii* y *Monoraphidium* sp.), *Scenedesmus* (*S. quadricauda*, *S. acuminatus*, *S. intermedius*, *S. smithii*, *Scenedesmus* sp.) y *Schroederia* (*S. setigera*). Entre los más frecuentemente encontrados merecen citarse a *Pediastrum* (*P. duplex*, *P. simplex*, *P. tetras*), *Crucigenia* (*C. quadrata*), *Dictyosphaerium* (*D. ehrenbergianum*), *Micractinium* (*M. pusillum*), *Errerella* (*E. bornhemienensis*), *Oocystis* (*O. lacustris*) y *Sphaerocystis* (*S. schroeteri*). Otras especies sólo fueron registradas esporádicamente.

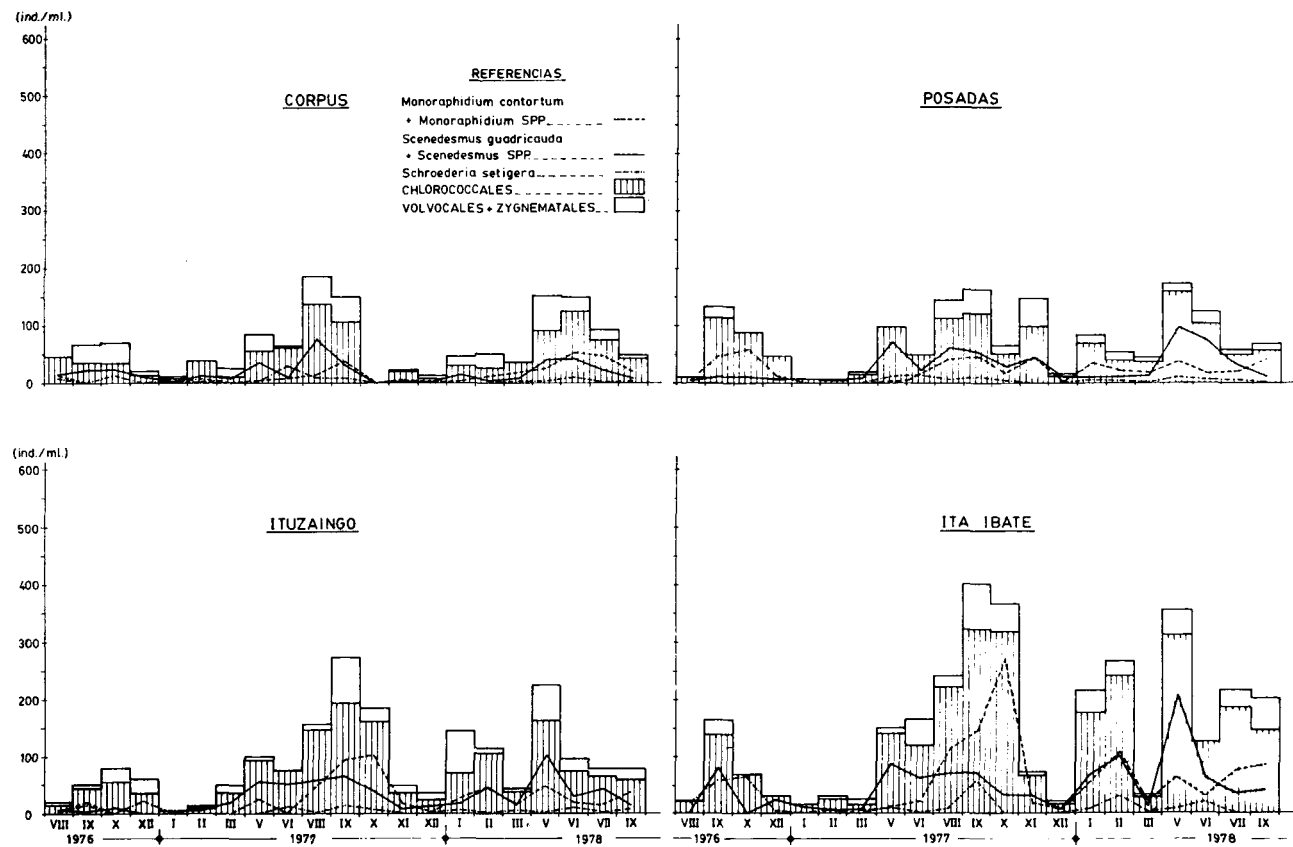


Fig. 7. Cambios estacionales de las densidades de población de algas clorofíceas en las cuatro estaciones de muestreo del Alto Paraná.



#### d) Otros grupos

Las euglenofíceas -que no sobrepasaron el 7% del total de la comunidad- estuvieron mejor representadas en los meses de primavera y verano. Entre las especies encontradas con frecuencia se destacan *Strombomonas verrucosa* var. *zmiewika*, *S. ovalis*, *S. jaculata*, *Trachelomonas volvocina*, *Trachelomonas* sp., *Phacus tortus* y *Euglena* spp.

Las dinofíceas, crisofíceas y criptofíceas sólo fueron de aparición esporádica (fig. 4) estando representadas -siempre en escaso número- por *Peridinium* sp. y *Gymnodinium* sp. las primeras; *Salpingoeca* sp. y *Dinobryon sertularia*, las segundas, y por *Cryptomonas* sp., *C. ovata*, *Chroomonas* sp. y *C. acuta*, las últimas.

### CONSIDERACIONES FINALES

El fitoplancton del Alto Paraná durante el período estudiado se caracterizó por presentar considerables variaciones en su numerosidad, las que oscilaron entre 33 y 1 397 ind/ml, siendo por regla general más baja que la registrada en los inicios del Paraná Medio (Bonetto, C.A. *et al.*, 1979). Generalmente se observó un incremento de la densidad celular aguas abajo -desde Corpus hasta Itá Ibaté- tendencia que proseguiría para presentar sus valores máximos frente a la ciudad de Corrientes (*op. cit.*).

La composición cualitativa de la comunidad fue similar en todas las estaciones de muestreo y estuvo integrada principalmente por diatomofíceas, cianofíceas y clorofíceas, mientras que otras clases de algas, tales como las euglenofíceas, crisofíceas, criptofíceas y dinofíceas, estuvieron escasamente representadas y sólo fueron de aparición esporádica.

El grupo dominante del fitoplancton del Alto Paraná correspondió, en general, a las diatomofíceas, siendo las formas céntricas del género *Melosira* las más frecuentes y abundantes, principalmente con las especies *Melosira granulata* y *M. pseudogranulata*. Ocasionalmente fueron superadas por diatomeas pennadas del género *Synedra*. Bonetto, C. A. *et al.*, (*op. cit.*) encontraron las mismas especies dominantes en los comienzos del Paraná Medio, en el área de su confluencia con el río Paraguay. La dominancia de diatomeas céntricas del género *Melosira* también ha sido señalada para localidades mucho más alejadas del Paraná Medio (en el área cercana a la ciudad de Santa Fe), sea esto en pleno río (Bonetto, A. A., 1976), o en cauces secundarios de su valle aluvial (Schiaffino, 1977).

La dominancia de diatomeas en el fitoplancton potámico fue señalada entre otros por Kofoid (1908) para el río Illinois. Allen (1920) en su trabajo sobre el río San Joaquín, puso de manifiesto la abundancia de los géneros *Asterionella*, *Bacillaria*, *Cyclotella*, *Melosira* y *Synedra*. Galtsoff (1924) señaló para el río Mississipi la dominancia del género *Melosira*. Brinley y Katzin (1942), en el río Ohio, destacaron que el grupo de las diatomeas fue el mayor componente

del plancton. Prowse y Talling (1958), Talling y Rzóska (1967) y Talling (1976) señalaron a *Melosira granulata* como la especie más abundante del río Nilo. Greenberg (1964) en su estudio sobre el río Sacramento destacó la dominancia del género *Synedra*, seguido en importancia por *Cyclotella* y *Melosira*. Lakshminarayana (1965) encontró también en el río Ganges que las diatomeas constituyeron el grupo más numeroso del fitoplancton, estando representado principalmente por *Melosira granulata*, *M. granulata* var. *angustissima*, *Cyclotella meneghiniana*, *C. kützingiana*, *Fragilaria crotonensis*, *F. capucina* var. *lanceolata*, *Asterionella formosa*, *Synedra ulna*, *S. ulna* var. *aequalis*, *Navicula cryptocephala* var. *veneta* y otras. En el tramo superior del mismo río (el Ganges), desde Kanpur a Varanasi, Pahwa y Mehrotra (1966) señalaron a *Synedra* spp. como la responsable de los pulsos de diatomeas. Lack (1971) destacó la dominancia de diatomeas en los ríos Támesis y Kennet, siendo las diatomeas céntricas (particularmente *Stephanodiscus hantzschii*) las formas más numerosas del Támesis, mientras que las diatomeas pennadas (*Nitzschia palea*, *Achnanthes* sp., *Cocconeis placentula*, *Navicula viridula* y *Nitzschia acicularis*) fueron más comunes en el Kennet. Egborge (1974) encontró para el río Oshun un mayor número de diatomeas, integradas por *Biddulphia laevis*, *Terpsinoe musica* y *Nitzschia sigma*. Kuzmin (1979) señaló para el río Volga la frecuencia y abundancia de diatomeas, representadas principalmente por formas céntricas del género *Melosira*, las que fueron más numerosas en primavera. Lam (1979) destacó también para el río Waikato la dominancia de diatomeas, principalmente de varias especies de *Melosira*.

En el río Yamuna (Chakrabarty *et al.*, 1959; Rai, 1974), un tributario del Ganges, las diatomeas, en cambio, ocuparon el segundo lugar en importancia (después de las clorofíceas) con varias especies del género *Melosira*.

Según Whitton (1975) y Hynes (1976) la dominancia de las diatomeas es un hecho de ocurrencia general en ambientes lóticos, siendo las formas céntricas más numerosas que las pennadas.

En lo relativo a la cianofíceas del Alto Paraná, cabe señalar que estuvieron representadas a lo largo de todo el período estudiado, aunque fueron más abundantes durante el verano, resultando dominantes *Lyngbya limnetica*, *Raphidiopsis mediterranea* y *Anabaena spiroides*. Su mayor desarrollo durante el verano es atribuido a que estas algas prosperan con temperaturas relativamente más altas que las clorofíceas y diatomeas. En enero de 1978, cuando fuera registrada la temperatura máxima de todo el período estudiado, 30° C, se observó una densa floración de *Raphidiopsis mediterranea*.

Matsumura-Tundisi *et al.*, (1981) proporcionan una sumaria caracterización limnológica de una serie de represas establecidas en la cuenca del Paraná Superior, en Brasil, entre ellas las llamadas Ilha Solteira y Jupia ubicadas en el tronco principal del río, en las que señalan la dominancia de cianofíceas representadas principalmente por *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena circinalis* y *A. spiroides*. Las especies mencionadas también fueron encontradas en las investigaciones efectuadas en el Alto Paraná, sobre todo *A. spiroides*, cuya distribución y abundancia varió a lo largo del tramo considerado.

Brook y Rzóska (1954) en su estudio sobre la influencia de la represa del

Gebel Aulyia en el plancton del Nilo Blanco, señalan la dominancia de cianofíceas en la represa, las que también fueron encontradas en el río. Talling y Rzóska (1967) señalaron para el Nilo Azul un gran incremento de las cianofíceas durante los meses de enero y febrero, integrada principalmente por *Anabaena flosaquae* f. *spiroides*, observándose esta especie también aguas abajo de la represa del Sennar.

Kuzmin (1979) señaló para el río Volga la presencia de floraciones de cianofíceas de variada intensidad a mediados del verano, causado por el desarrollo de *Microcystis aeruginosa* y *Aphanizomenon flos-aquae*. El mismo autor destaca que el fitoplancton del río ha cambiado después de la construcción de represas, tendiendo a un mayor desarrollo de cianofíceas y clorofíceas (principalmente Chlorococcales) durante el verano, recalcando que "los cambios ocurridos en el río resultan de los represamientos y de la eutrofización antropógena".

Si bien las cianofíceas son por lo general mucho menos frecuentes que las diatomofíceas en el fitoplancton de las aguas lólicas, pueden darse floraciones de las mismas, como mencionan entre otros, Kuzmin en el Volga (*op. cit.*), Brook y Rzóska (1954) en el Nilo Blanco, Talling y Rzóska (1967) en el Nilo Azul, y Bonetto, A. A. (1976) en el río Paraná Medio, así como Arcifa *et al.*, (1981) en los lagos de represa del Paraná Superior.

La densidad relativamente elevada de las cianofíceas durante el período estudiado, probablemente se relacione con el creciente represamiento del Paraná Superior y sus afluentes, y el gradual incremento de su eutrofización, lo que posibilitaría a estas algas alcanzar periódicamente importantes densidades -ocasionalmente con producción de floraciones- que se reflejarían variadamente en el tramo considerado.

Los datos obtenidos muestran una relación inversa entre altura hidrométrica y numerosidad celular. Los valores máximos de densidad de población fitoplanctónica fueron registrados durante los períodos de estiaje y de marcada estabilidad en el nivel de las aguas, en tanto que los más bajos se observaron durante los períodos de creciente y de gran inestabilidad hidrométrica. Dicha relación inversa entre caudal y numerosidad celular, que ya fuera indicada para el Paraná Medio (Bonetto, C.A. *et. al*, 1979) y algunos de sus afluentes (Schiaffino, 1977) resulta de admisión general. Schröder (1899) en uno de sus primeros estudios sobre plancton de río, señaló que la numerosidad celular es inversamente proporcional a la velocidad de la corriente. Kofoid (1908) destacó para el río Illinois un incremento en la producción del fitoplancton durante períodos de aguas bajas. Algo similar concluyó Blum (1956) en su trabajo "The ecology of river algae". Holden y Grenn (1960) para el río Sokoto señalaron bajas concentraciones de fitoplancton durante los períodos de creciente, destacando que la cantidad absoluta puede permanecer igual y tal disminución se debe a una dilución del número de organismos producido por el gran incremento del volumen de agua en el ecosistema. Egborge (1974) encontró en el río Oshun una buena correlación inversa entre cantidad de fitoplancton y velocidad de la corriente, siendo más abundante en los remansos que el cauce principal del río. Schmidt (1970) observó en el río Amazonas que la cantidad de fitoplancton fue mayor en los períodos de aguas bajas que en las de aguas

altas. Observaciones similares fueron realizadas en los ríos San Joaquín (Allen, 1920), Mississippi (Galtsoff, 1924; Reinhard, 1931), Tamesis (Rice, 1938; Lack, 1971), Nilo (Talling y Rzóska, 1967), Ganges (Lakshminarayana, 1965) y Volga (Kuzmin, 1979), entre otros.

Si bien la temperatura es un factor importante que influye en el crecimiento algal, resulta difícil apreciar su efecto en la comunidad fitoplanctónica del río, por la comentada influencia de las fluctuaciones del nivel hidrométrico, coincidiendo las crecientes con las máximas temperaturas y los estiajes con las menores.

La numerosidad del fitoplancton mostró variaciones que, en general, se relacionaron directamente con la transparencia del agua, que a su vez lo hace en forma indirecta con la altura hidrométrica y la concentración de sólidos en suspensión.

No se observó una relación definida entre numerosidad del fitoplancton y la concentración de los principales nutrientes (nitratos y fosfatos), si bien puede a veces registrarse una disminución de los valores de los últimos en coincidencia con algunos pulsos de la comunidad.

En general, se dio una evolución cuantitativa paralela, aunque claramente desfasada, entre fitoplancton y zooplancton (Corrales, 1979), ya que los pulsos máximos del último (octubre de 1977 y setiembre de 1978) fueron posteriores a los del primero (setiembre de 1977 y julio de 1978).

## LISTA DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO

<i>Especies</i>	<i>Estaciones</i>			
	A	B	C	D
<b>CYANOPHYCEAE</b>				
<i>Anabaena</i> sp.		x		x
<i>Anabaena circinalis</i> Rabenh.	x		x	
<i>Anabaena spiroides</i> Kleb.	x	x	x	x
<i>Aphanocapsa elachista</i> W. et G.S. West		x		x
<i>Aphanocapsa montana</i> Cramer	x		x	
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> W. et G.S. West	x			x
<i>Chroococcus</i> sp.				x
<i>Lyngbya</i> sp.				x
<i>Lyngbya limnetica</i> Lemm.	x	x	x	x
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehr.) Näg.			x	x
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.		x	x	
<i>Microcystis</i> sp.		x		x
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kütz.	x	x	x	x

<i>Especies</i>	<i>Estaciones</i>			
	A	B	C	D
<i>Oscillatoria</i> sp.		x		x
<i>Oscillatoria tenuis</i> Gomont	x		x	x
<i>Phormidium mucicola</i> Hub.-Pest. et Naum.		x		x
<i>Plectonema</i> sp.			x	x
<i>Raphidiopsis</i> sp.		x	x	x
<i>Raphidiopsis mediterranea</i> Skuja	x	x	x	x
<b>CHLOROPHYCEAE</b>				
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerh.		x	x	x
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	x	x	x	x
<i>Ankistrodesmus bibraianum</i> (Reinsch) Kors.				x
<i>Bambusina brebissoni</i> var. <i>gracilescens</i> (Nordst.) Wolle				x
<i>Botryococcus braunii</i> Kütz.			x	x
<i>Chlamydomonas</i> sp.		x		x
<i>Chloromonas</i> sp.	x		x	x
<i>Cladophora glomerata</i> (L.) Kütz.	x			
<i>Closterium</i> sp.		x	x	x
<i>Closterium setaceum</i> Ehr.		x		x
<i>Closteriopsis</i> sp.	x		x	x
<i>Coelastrum cambricum</i> Archer	x	x	x	x
<i>Coelastrum microporum</i> Näg.	x	x	x	x
<i>Coelastrum sphaericum</i> Näg.		x	x	x
<i>Cosmarium</i> sp.	x		x	
<i>Cosmarium moniliforme</i> (Turp.) Ralfs	x		x	x
<i>Crucigenia quadrata</i> Morren	x		x	x
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirch.) W. et G. S. West		x		x
<i>Crucigenia rectangularis</i> (Braun) Gay	x		x	x
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> Näg.			x	x
<i>Dimorphococcus lunatus</i> Braun				x
<i>Desmidium baileyi</i> f. <i>tetragonum</i> Nordst.				x
<i>Elakatothrix gelatinosa</i> Wille		x	x	
<i>Errerella bornhemiensis</i> Conrad		x	x	x
<i>Euastrum</i> sp.			x	x
<i>Eudorina elegans</i> Ehr.		x		x
<i>Gloeocystis</i> sp.				x
<i>Golenkinia</i> sp.		x		x
<i>Gonatozygon</i> sp.				x
<i>Gonatozygon brebissoni</i> De Bary				x
<i>Hyalotheca dissiliens</i> var. <i>hians</i> Wolle		x	x	
<i>Hyalotheca mucosa</i> (Mert.) Ehr.				x
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirch.) Moeb.		x		x
<i>Micractinium pusillum</i> Fres.	x	x	x	x

<i>Especies</i>	<i>Estaciones</i>			
	A	B	C	D
<i>Monoraphidium</i> sp.	x		x	x
<i>Monoraphidium pusillum</i> (Printz) Kom.-Leg.	x	x	x	x
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuretin) Kom.-Leg.	x	x	x	x
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkel.) Kom.- Leg.	x	x	x	x
<i>Monoraphidium minutum</i> (Näg.) Kom.-Leg.	x	x	x	x
<i>Mougeotia</i> sp.		x	x	x
<i>Nephrocytium</i> sp.			x	
<i>Nephrocytium agardhianum</i> Näg.				
<i>Oocystis lacustris</i> Chod.	x	x	x	x
<i>Pandorina morum</i> (Muell.) Bory				x
<i>Paradoxia multiseta</i> Swir.		x		x
<i>Planctonema lauterbornii</i> Schmid.	x		x	x
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.) Menegh.			x	x
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	x	x	x	x
<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>clathratum</i> (Braun) Lagerh.	x		x	x
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehr.) Ralfs	x	x	x	x
<i>Pediastrum tetras</i> var. <i>tetraodon</i> (Corda) Rabenh.	x		x	x
<i>Pediastrum simplex</i> (Meyen) Lemm.	x	x	x	x
<i>Scenedesmus</i> spp.	x		x	x
<i>Scenedesmus arcuatus</i> Lemm.	x	x	x	x
<i>Scenedesmus bijuga</i> (Turp.) Lagerh.	x		x	x
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chod.	x	x	x	x
<i>Scenedesmus intermedius</i> Chod.	x	x	x	x
<i>Scenedesmus longispina</i> var. <i>asymmetricus</i> Hortob.	x		x	x
<i>Scenedesmus obliquus</i> (Turp.) Kütz.	x		x	x
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Bréb.	x	x	x	x
<i>Scenedesmus quadricauda</i> var. <i>longispina</i> (Chod.) G. M. Smith	x	x	x	x
<i>Scenedesmus perforatus</i> Lemm.				x
<i>Scenedesmus smithii</i> Teil.				x
<i>Schroederia setigera</i> (Schroed.) Lemm.	x	x	x	x
<i>Siderocelis oblonga</i> (Naum.) Fott				x
<i>Sphaerocystis</i> sp.		x		x
<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chod.	x	x	x	x
<i>Sphaerososma laeve</i> var. <i>latum</i> (W. et G. S. West)				x
<i>Staurodesmus cuspidatus</i> (Bréb.) Teil.		x	x	x
<i>Staurodesmus lobatus</i> var. <i>ellipticus</i> f. <i>minor</i> G.M. Smith) Teil.		x		x
<i>Staurodesmus spencerianus</i> (Mask.) Teil.			x	x
<i>Staurodesmus triangularis</i> (Lagerh.) Teil.	x		x	x
<i>Staurodesmus triangularis</i> var. <i>subparallelus</i> (G.M. Smith) Thom.		x		x

<i>Especies</i>	<i>Estaciones</i>			
	A	B	C	D
<i>Staurastrum leptocladum</i> Nordst.		x		x
<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>cornutum</i> Wille	x		x	x
<i>Staurastrum rotula</i> Nordst.				x
<i>Staurastrum setigerum</i> Cl.		x		x
<i>Staurastrum setigerum</i> var. <i>occidentale</i> W. et G. S. West				x
<i>Staurastrum longibrachiatum</i> var. <i>coronatum</i> (Scott et Grönbl.) Tell				x
<i>Staurastrum aciculiferum</i> var. <i>burkartii</i> Tell			x	x
<i>Staurastrum tectum</i> var. <i>ayanense</i> f. <i>nana</i> Tell	x	x	x	x
<i>Staurastrum pseudosebaldi</i> var. <i>planctonicum</i> Teil.			x	x
<i>Staurastrum trifidum</i> var. <i>inflexum</i> W. et G. S. West	x		x	x
<i>Tetraedron gracile</i> (Reinsch.) Hansg.	x		x	x
<i>Tetraedron minimum</i> (Braun) Hansg.		x		x
<i>Tetraedron regulare</i> Kütz.		x		x
<i>Tetraedron trigonum</i> (Näg.) Hansg.				x
<i>Tetraedron trigonum</i> var. <i>gracile</i> (Reinsch) De Toni				x
<i>Tetrallantos lagerheimii</i> Teil.				x
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i> (Schroed.) Lemm.	x		x	x
<i>Treubaria triappendiculata</i> Bernard	x	x	x	x

## DIATOMOPHYCEAE

<i>Achnanthes inflata</i> var. <i>elata</i> (Leud.-Fortm) Hust.		x		
<i>Achnanthes lanceolata</i> var. <i>dubia</i> Grun.		x		x
<i>Amphipleura lindheimeri</i> Grun.			x	
<i>Amphora</i> sp.	x	x	x	x
<i>Asterionella formosa</i> Hassall	x	x		x
<i>Biddulphia laevis</i> Ehr.	x	x		
<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.		x		x
<i>Cyclotella kützingiana</i> Thwait.			x	
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	x	x	x	x
<i>Cymbella</i> sp.	x		x	x
<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cl.		x		x
<i>Eunotia</i> sp.	x		x	
<i>Eunotia formica</i> Ehr.		x		
<i>Eunotia lapponica</i> Cl.			x	
<i>Eunotia monodon</i> Ehr.	x			x
<i>Eunotia pectinalis</i> (Kütz.) Rabh.			x	x
<i>Eunotia praerupta</i> var. <i>bidens</i> (Ehr.) Grun.		x	x	
<i>Fragilaria</i> sp.	x		x	x
<i>Frustulia</i> sp.				x
<i>Gomphonema</i> sp.		x		x
<i>Gyrosigma</i> sp.	x		x	
<i>Hydrosera whampoensis</i> Schwarz	x			x

<i>Especies</i>	<i>Estaciones</i>			
	A	B	C	D
<i>Melosira</i> sp.	x	x	x	x
<i>Melosira dickiei</i> (Thwait.) Kütz.	x		x	x
<i>Melosira distans</i> (Ehr.) Kütz.	x	x	x	x
<i>Melosira herzogii</i> Lemm.	x	x	x	x
<i>Melosira italica</i> (Ehr.) Kütz.	x	x	x	x
<i>Melosira granulata</i> (Ehr.) Ralfs	x	x	x	x
<i>Melosira granulata</i> var. <i>angustissima</i> Müll.	x	x	x	x
<i>Melosira granulata</i> var. <i>angustissima</i> f. <i>spiralis</i> Hab.		x		x
<i>Melosira granulata</i> f. <i>curvata</i> Grun.	x	x	x	x
<i>Melosira pseudogranulata</i> Cl.	x	x	x	x
<i>Navicula</i> sp.	x		x	x
<i>Navicula elegans</i> W. Smith			x	
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.				x
<i>Neidium</i> sp.		x		
<i>Nitzschia</i> sp.	x		x	x
<i>Nitzschia acicularis</i> W. Smith	x	x	x	x
<i>Nitzschia amphibia</i> Grun.		x		x
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch				x
<i>Nitzschia heufleriana</i> Grun.			x	x
<i>Pinnularia</i> sp.		x		
<i>Pinnularia latevittata</i> var. <i>domingensis</i> Cl.				x
<i>Pinnularia nobilis</i> (Ehr.) Ehr.				x
<i>Rhizosolenia eriensis</i> H. L. Smith	x		x	x
<i>Rhizosolenia longiseta</i> Zach			x	
<i>Stephanodiscus</i> sp.		x		
<i>Surirella</i> sp.			x	x
<i>Surirella linearis</i> var. <i>constricta</i> (Ehr.) Grun.			x	
<i>Synedra</i> sp.	x	x	x	x
<i>Synedra acus</i> Kütz.	x	x	x	x
<i>Synedra gouldarii</i> Bréb.	x		x	
<i>Synedra ulna</i> (Nitz.) Ehr.	x	x	x	x
<i>Synedra delicatissima</i> var. <i>angustissima</i> Grun.			x	
<i>Terpsinoe musica</i> Ehr.	x		x	
<i>Tabellaria</i> sp.		x		
<i>Vanheurckia</i> sp.		x		
CHRYSTOPHYCEAE				
<i>Dinobryon divergens</i> Imhof		x		x
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehr.				x
<i>Epipyxis utriculus</i> Ehr.	x		x	x
<i>Mallomonas</i> sp.			x	x
<i>Rhipidodendron huxleyi</i> Kent			x	
<i>Salpingoeca</i> sp.				x



<i>Especies</i>	<i>Estaciones</i>			
	A	B	C	D
<i>Synura</i> sp.		x		x
<i>Synura uvella</i> Ehr. emend. Korch.			x	x
<b>XANTHOPHYCEAE</b>				
<i>Centrtractus</i> sp.			x	
<i>Ophiocytiun cochleare</i> (Eichw.) Braun				x
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>				
<i>Euglena</i> sp.			x	x
<i>Euglena acus</i> Ehr.			x	
<i>Euglena oxyuris</i> Schmarda				x
<i>Lepocinclis salina</i> Fritsch		x		
<i>Phacus</i> sp.		x		
<i>Phacus longicauda</i> (Ehr.) Duj.				x
<i>Phacus tortus</i> (Lemm.) Skv.		x		x
<i>Phacus pyrum</i> (Ehr.) Stein	x			
<i>Strombomonas</i> sp.		x		
<i>Strombomonas fluviatilis</i> var. <i>gibberosa</i> (Playf.) Defl.	x		x	
<i>Strombomonas girardina</i> (Playf.) Defl.		x		x
<i>Strombomonas jaculata</i> (Palmer) Defl.	x	x	x	x
<i>Strombomonas ovalis</i> (Playf.) Defl.	x	x	x	x
<i>Strombomonas rotunda</i> (Playf.) Delf.		x		x
<i>Strombomonas verrucosa</i> var. <i>zmiewika</i> (Swir.) Defl.	x		x	x
<i>Trachelomonas</i> sp.	x			x
<i>Trachelomonas armata</i> (Elw.) Stein		x	x	
<i>Trachelomonas armata</i> var. <i>steinii</i> Lemm. emend. Defl.		x		
<i>Trachelomonas dastuguei</i> Bal.			x	
<i>Trachelomonas gracillima</i> Bal.- Dast.			x	
<i>Trachelomonas naviculiformis</i> Defl.				x
<i>Trachelomonas sydneyensis</i> Playf.	x			
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehr.	x		x	x
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Swir.	x			
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>				
<i>Cryptomonas</i> sp.		x		
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehr.	x		x	x
<i>Chroomonas</i> sp.	x		x	
<i>Chroomonas acuta</i> Utermöhl				x
<b>DINOPHYCEAE</b>				
<i>Peridinium</i> sp.	x		x	x
<i>Gymnodinium</i> sp.			x	

## AGRADECIMIENTOS

A los Dres. Argentino A. Bonetto y Carlos A. Bonetto por sus sugerencias y la lectura crítica del manuscrito y al Dr. Guillermo Tell por la confirmación de algunas de las especies mencionadas.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALLEN, W.E., 1920. A quantitative and statistical study of the plankton of San Joaquín river and its tributaries in and near Stockton, California in 1913. *Univ. Calif. Publ. Zool.*, 22: 1-292.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1975. Standard methods for the examination of water and wastewater, 14th edition. Washington. 1194 pág.
- ARCIFA, M.S.; CARVALHO, M.A.J.; GIANESELLA-GALVAO, S.M.F.; SHIMIZU, G.Y.; FROELICH, C.G. y CASTRO, R.M.C., 1981. Limnology of ten reservoirs in Southern Brazil. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 21: 1048-1053.
- BLUM, J.L., 1956. The ecology of river algae. *Bot. Rev.*, 22: 291-341.
- BONETTO, A.A., 1976. Calidad de las aguas del río Paraná. Introducción a su estudio ecológico. INCYTH-PNUD-ONU. 202 pág.
- BONETTO, C.A., 1980. Estimación de la transparencia del agua en función de las variaciones de altura hidrométrica en el Alto Paraná. *Hist. Nat.*, 1 (14): 93-100.
- BONETTO, C.A.; ZALOCAR, Y.; CARO, P.M. y VALLEJOS, E.R., 1979. Producción primaria del fitoplancton del río Paraná en el área de su confluencia con el río Paraguay. *Ecosur*, 6(12): 207-227.
- BRINLEY, F.J. y KATZIN, L.J., 1942. Distribution of stream plankton in the Ohio river system. *Am. Midland Naturalist*, 27: 177-190.
- BROOK, A.J. y RZÓSKA, J., 1954. The influence of the Gebel Aulyia dam on the development of Nile plankton. *J. Amin. Ecol.*, 23: 101-114.
- CENTRO DE ECOLOGÍA APLICADA DEL LITORAL, 1977. Estudios ecológicos en el área de Yacyretá. Informe de Avance n° 2. Corrientes, Argentina. 204 pag.
- CHAKRABARTY, R.D.; ROY, P. y SINGH, S.B., 1959. A quantitative study of the plankton and the physico-chemical conditions of the river Yamuna at Allahabad in 1954-55. *Indian J. Fish.*, 6(1): 186-203.
- CORRALES, M.A., 1979. Contribución al conocimiento del zooplancton del Alto Paraná. *Ecosur*, 6(12): 185-205.
- ENTIDAD BINACIONAL YACYRETÁ, 1979. Estudios ecológicos en el área de Yacyretá. Informe de Avance n° 3. Buenos Aires. 153 pág.
- EGBORGE, A.B.M., 1974. The seasonal variation and distribution of phytoplankton in the river Oshun, Nigeria. *Freshwat. Biol.*, 4: 177-191.
- GALTISOFF, P.S., 1924. Limnological observations of the Upper Mississippi, 1921. *Bull. U.S. Bur Fish.*, 39: 347-438.

- GARCÍA de EMILIANI, M.O., 1979. Campaña "Keratella I" a lo largo del río Paraná Medio. III. Fitoplancton de ambientes leníticos. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Lit.*, 10: 73-84.
- 1980. Fitoplancton de una laguna del valle aluvial del Paraná Medio ("Los Matadores", Santa Fe, Argentina). I. Estructura y distribución en relación a factores ambientales. *Ecología*, 4: 127-140.
- 1981. Fitoplancton de una laguna del valle aluvial del Paraná Medio ("Los Matadores", Santa Fe, Argentina). II. Factores ecológicos asociados a la distribución de las especies. *Ecología*, 6: 73-77.
- GREENBERG, A.E., 1964. Plankton of the Sacramento river. *Ecology*, 45(1): 40-49.
- HOLDEN, M.J. y GREEN, J., 1960. The Hydrology and plankton of the river Sokoto. *J. Anim. Ecol.*, 29: 65-84.
- HYNES, H.B.N., 1976. The ecology of running waters. Liverpool University Press. 555 pag.
- 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.
- KUZMIN, G.V., 1979. Algae: A. Phytoplankton of the Volga. In: Mordukhai-Boltovskoi (Ed.). *The river Volga and its life*. W. Junk B. V. Publishers, The Hague, Boston, London, pp. 137-170.
- LACK, T.J., 1971. Quantitative studies on the phytoplankton of the rivers Thames and Kennet at Reading. *Freshwat. Biol.*, 1: 213-224.
- LAKSHMINARAYANA, J.S.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. *Hydrobiologia*, 25: 138-165.
- LAM, W.Y., 1979. Dynamics of phytoplankton growth in the Waikato river, North Island, New Zealand. *Hydrobiologia*, 66 (3): 237-244.
- MAGLIANESI, R.E., 1973. Principales características químicas y físicas de las aguas del Alto Paraná y Paraguay Inferior. *Physis B (Buenos Aires)* 32(85): 185-197.
- MATSUMURA-TUNDISI, T.; HINO, K. y CLARO, S.M., 1981. Limnological studies at 23 reservoirs in southern part of Brazil. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 21: 1040-1047.
- PAHWA, D.V. y MEHROTRA, S.N., 1966. Observations on fluctuations in the abundance of plankton in relation to certain hydrological conditions of river Ganga. *Proceedings National Academy Sciences India (BLL)*, 36: 157-187.
- PROWSE, G.A. y TALLING, J.F., 1958. The seasonal growth and succession of plankton algae in the white Nile. *Limnol. and Oceanogr.*, 3: 222-238.
- RAI, H., 1974. Limnological studies on the river Yamuna at Delhi, India. Part II. *Arch. Hydrobiol.*, 73(4): 492-517.
- REINHARD, E.G., 1931. The plankton ecology of the Upper Mississippi, Minneapolis to Winona. *Ecol. Monographs*, 1: 395-464.
- RICE, C.H., 1938. Studies in the phytoplankton of the river Thames (1928-1932). I. *Ann. Bot.*, 2: 539-557.
- SCHIAFFINO, M., 1977. Fitoplancton del río Paraná. I. Sus variaciones en relación al ciclo hidrológico en cauces secundarios de la llanura aluvial. *Physis B (B. Aires)*, 36(92): 115-125.
- SCHMIDT, G.W., 1970. Number of bacteria and algae and their interrelations in some Amazonian waters. *Amazoniana*, 2: 393-400.
- SCHRÖDER, B., 1899. Das pflanzliche Plankton der Oder. *Forschungber. Biol. St. Plon.* 7: 15-24.
- TALLING, J.F., 1976. Phytoplankton: composition, development and productivity. In: Rzóska, J. (Ed.). *The Nile, biology of an ancient river*. W. Junk B.V. Publishers, The Hague, pp. 385-402.
- TALLING, J.F. y RZÓSKA, J., 1967. The development of plankton in relation to hydrological regime in the Blue Nile. *J. Ecol.*, 55: 637-662.

- UTERMÖHL, H., 1958. Zur vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodik. *Mitt. Int. Verein. Limnol.*, 9: 1-38.
- WHITTON, B.A., 1975. Algae, in: Whitton, B.A. (Ed.). River ecology. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, pp. 81-105.