

Biodiversidad del fitoplancton en el eje fluvial Paraguay-Paraná

Yolanda ZALOCAR de DOMITROVIC^{1,2}

Abstract: *PHYTOPLANKTON BIODIVERSITY IN THE PARAGUAY-PARANÁ RIVERS.* Phytoplankton biodiversity in Paraguay-Paraná hydrographic basin was analyzed, including Paraguay and Paraná rivers and its floodplain. This contribution is based upon information published in taxonomic and ecological papers and the author's unpublished data. The phytoplankton community was structured by approximately 800 taxa belonging (among Divisions and Classes) to eight taxonomic groups: Chlorophyta, Bacillariophyceae, Euglenophyta, Cryptophyta, Cyanophyta, Xanthophyceae, Chrysophyceae and Dinophyta. Five hundred ninety three taxa were registered in the river (principal channel) and 761 in the floodplain. In the river, species richness showed a decrease in North-South direction with a higher number of taxa in the Pantanal. Chlorococcales (Chlorophyta) was the Order with greater species richness (in both river and floodplain). It's followed by Bacillariophyceae in the river and by Euglenophyta in the floodplain. The contribution of each taxonomic group to the abundance and species richness is different and may vary in the principal channel of the river and in the floodplain in relation to hydrosedimentological regime.

Key words: Biodiversity - phytoplankton - Paraguay river - Paraná river - floodplain

Palabras clave: Biodiversidad - fitoplancton - río Paraguay - río Paraná - planicie de inundación

Introducción

Los estudios del fitoplancton en grandes ríos a nivel mundial son escasos y generalmente no están bien documentados desde el punto de vista taxonómico y ecológico. Sólo recientemente en la última década se les ha prestado mayor atención, profundizando diferentes atributos de esta comunidad.

Un estudio sistemático y comparativo del fitoplancton en gradientes latitudinales es un tópico importante y novedoso en grandes ríos. Un aspecto interesante del eje potámico Paraguay-Paraná, a diferencia de otros grandes ríos sudamericanos, es su dirección Norte-Sur, que a lo largo de más de 3.400 km de recorrido (con una diferencia latitudinal de 17° 36'S) atraviesa diferentes zonas climáticas y tiene la particularidad de poseer en sus cabeceras uno de los *wetlands* tropicales más grandes del mundo conocido como Gran Pantanal.

Los trabajos publicados sobre la ecología de las poblaciones del fitoplancton hasta la fecha no nos permite conocer la riqueza de especies de la subcuenca hidrográfica Paraguay-Paraná. Las investigaciones de fitoplancton realizados en determinados sectores del eje fluvial, si bien son valiosos aportes sobre el tema, la mayoría de ellos pueden considerarse puntuales, dada la reducida extensión geográfica en que han sido desarrollados. En este trabajo se resume la información obtenida de publicaciones e información inédita sobre la diversidad y riqueza específica de los ríos Paraguay, Paraná y su planicie de inundación.

¹ Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CONICET), C.C. 291, 3400-Corrientes, **E-mail:** yzalocar@amet.com.ar

² Cátedra de Ficológia (Departamento de Biología), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (UNNE), Av. Libertad 5600, 3400-Corrientes.

Riqueza específica y estructura de la comunidad fitoplanctónica

La comunidad fitoplanctónica de la subsubcuenca hidrográfica Paraguay-Paraná se caracteriza por su notable complejidad en relación a su composición florística y está integrada por aproximadamente 800 taxones pertenecientes (entre Divisiones y Clases) a ocho grupos taxonómicos: Chlorophyta, Bacillariophyceae, Euglenophyta, Cryptophyta, Cyanophyta, Xanthophyceae, Chrysophyceae y Dinophyta. La mayor abundancia corresponde a Chlorophyta, Bacillariophyceae, Cryptophyta y Cyanophyta en el curso del eje fluvial y a Chlorophyta, Cryptophyta y Euglenophyta en la planicie de inundación.

La contribución de cada grupo taxonómico a la abundancia y riqueza específica es diferente y variable en el curso principal respecto a la planicie de inundación y está en relación a las fluctuaciones de los pulsos de inundación. El mayor número de especies se encuentra en la planicie de inundación con respecto al cauce principal del río (Fig. 1). La contribución relativa de las especies muestra diferencias en su composición entre el río y la planicie en la mayoría de los grupos taxonómicos principalmente Euglenophyta y Xanthophyceae.

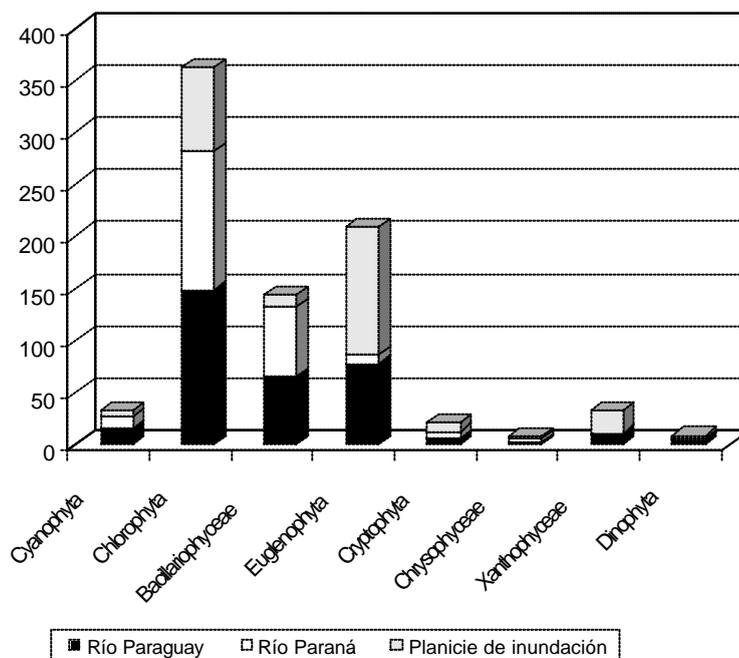


Fig. 1. Número de taxones registrados para grupo taxonómico en el fitoplancton de los ríos Paraguay, Paraná y la planicie de inundación.

En la subcuenca hidrográfica, la mayor contribución a la riqueza específica corresponde a Chlorophyta. A este grupo le sigue en importancia Bacillariophyceae en el cauce principal y Euglenophyta en la planicie de inundación. Este último, en los inicios del Paraná Medio, presenta mayor número de especies que las algas verdes (Chlorophyta). En la Fig. 2 se representa el porcentaje de contribución del número de especies de cada grupo taxonómico y el número total de especies del fitoplancton de los ríos Paraguay, Paraná y la Planicie de inundación.

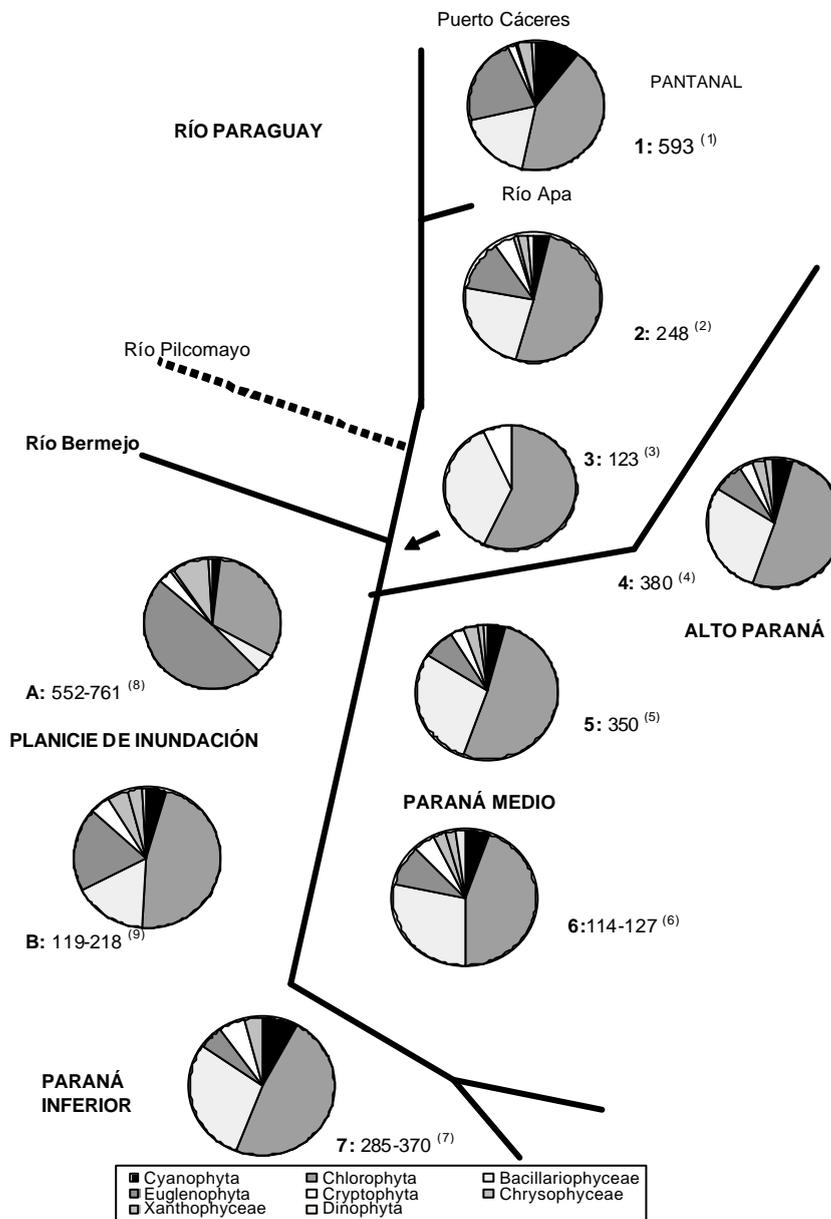


Fig. 2. Porcentaje de contribución del número de taxones de cada grupo taxonómico y número total de taxones del fitoplancton de la subcuenca hidrográfica Paraguay-Paraná. **1-3:** Río Paraguay (**1:** Puerto Cáceres-Río Apa; **2:** río Apa-Antes de la desembocadura del río Bermejo; **3:** Desembocadura del río Bermejo-Confluencia con el río Paraná); **4:** Alto Paraná; **5-6:** Paraná Medio (Corrientes-Diamante); **7:** Paraná Inferior (Diamante-Río de La Plata); **A-B:** Planicie de inundación (**A:** inicios del tramo medio, **B:** final del tramo medio). Referencias: 1-3: Zalocar de Domitrovic, 2002 y datos no publicados; 4-5: Zalocar de Domitrovic, 1999 y datos no publicados; 6: García de Emiliani, 1997; García de Emiliani y Devercelli, 2003; 7: O'Farrell *et al.*, 1996, 1998; 8: Zalocar de Domitrovic, 2003a; 9: García de Emiliani, 1993, 1997.

A continuación se resumen los grupos taxonómicos que integran la comunidad fitoplanctónica del sistema río-planicie de inundación.

Chlorophyta: Presenta el mayor número de especies en el fitoplancton de ambos ríos y en la planicie de inundación, con 83 géneros y 248 taxones infragenéricos. Dentro de este grupo el Orden Chlorococcales es el mejor representado con 160 taxa distribuidos en 42 géneros. El mayor número de especies la presentan los géneros *Monoraphidium*, *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Coelastrum*, *Crucigenia*, *Oocystis*, *Schroederia*, *Sphaerocystis* y *Dictyosphaerium*.

El Orden Volvocales no es importante en cuanto al número de especies que presenta (44 taxones distribuidos en 16 géneros), pero suelen ser dominantes numéricos con pequeñas formas unicelulares (*Chlamydomonas*, *Chloromonas*, *Coccomonas*, *Pteromonas* y *Dysmorphococcus*) tanto en el río (Tabla 1) como en la planicie de inundación (Tabla 2). El número de especies de las formas unicelulares es similar al de las formas cenobiales. Estas últimas están representadas por los géneros *Pyrobotrys*, *Gonium*, *Eudorina*, *Pandorina*, *Platydorina*, *Volulina* y *Volvox* en baja densidad, con la excepción de *Eudorina* y *Volvox* que ocasionalmente suelen ser abundantes en la zona litoral de ambientes vegetados (Zalocar de Domitrovic, 1993b).

Bacillariophyceae: Al igual que en otros grandes ríos del mundo, Bacillariophyceae es el grupo dominante en el curso del eje fluvial durante la mayor parte del año (Tabla 1). Dentro de este grupo las formas Centrales de diatomeas son las más abundantes, pero están representadas por un menor número de especies que las formas pennadas, las que cualitativamente son más importantes.

En un estudio taxonómico realizado en este grupo para el río Paraná, Zalocar de Domitrovic y Maidana (1997) identificaron 145 especies, variedades y/o formas distribuidas en 35 géneros: 11 Centrales y 24 Pennales. Las diatomeas Centrales estuvieron representadas por 20 taxa y las Pennales por 125. Del total de especies, el 12 % fueron señaladas como planctónicas y las restantes como aerófilas (47%), bénticas (28%) o perífíticas (13%). El número de taxones podría incrementarse significativamente si se ampliaran los estudios taxonómicos de las diatomeas, al río Paraguay y a la planicie de inundación.

Si bien no se conoce el número total de especies para la subcuenca hidrográfica Paraguay-Paraná, la proporción entre Centrales y Pennales se mantiene. Las formas Centrales del género *Aulacoseira*, principalmente *A. granulata* y sus morfotipos, constituyen el taxón dominante en el potamoplancton de los ríos Paraguay y Paraná (Tabla 1).

La determinación taxonómica de este grupo no siempre es posible en las cámaras de recuento de fitoplancton, ya sea por su posición pleural en el fondo de la cámara o por la presencia del contenido celular que impide visualizar la ornamentación de la pared celular o frústulo. Puesto que la determinación taxonómica se basa fundamentalmente en la ornamentación del frústulo (de naturaleza silíceo) primero se debe eliminar la materia orgánica de la célula mediante digestión con ácido. Por tal motivo, en estudios ecológicos de fitoplancton, un porcentaje importante de diatomeas queda sin identificación taxonómica, ya sea por las dificultades que plantea el método de estudio, por su escasa representatividad en la muestra y/o por sus pequeñas dimensiones celulares.

Euglenophyta: Es el grupo cualitativamente mejor representado en ambientes lénticos (madrejones, bañados y lagunas) de la planicie de inundación en los inicios del Paraná Medio. En el curso principal del eje fluvial son poco abundantes o están por debajo de los límites de detección de los métodos de recuento. La amplia variedad de especies registradas en la planicie

pertenece a formas pigmentadas de 5 géneros: *Euglena*, *Lepocinclis*, *Phacus*, *Trachelomonas* y *Strombomonas*. El 58% de las especies halladas son lorizadas y pertenecen a los géneros *Trachelomonas* y *Strombomonas*. El primero (*Trachelomonas*) es el más rico en especies.

Este grupo es característico en ambientes ricos en materia orgánica, donde tienen su máximo desarrollo (Huber-Pestalozzi, 1955), similar a lo observado en los ambientes de la planicie de inundación durante el aislamiento y/o durante el período de descomposición de las macrófitas, particularmente de *Eichhornia crassipes*, que es la especie dominante (Bonetto C. *et al.*, 1984; Zalocar de Domitrovic, 2003a).

Tell y Zalocar de Domitrovic (1985) en un estudio taxonómico dedicado a este grupo registraron 192 taxones en la planicie de inundación del lado de la provincia del Chaco, de los cuales el 10% fueron nuevas para la ciencia. Posteriormente se registraron 10 taxones en estos mismos ambientes, 5 de ellos nuevos para la ciencia (Zalocar de Domitrovic, 1991; Conforti y Zalocar de Domitrovic, 2003).

La composición de especies de Euglenophyta observadas en la planicie es similar a la del Pantanal (Zalocar de Domitrovic, 2002, 2003a). De las 312 especies registradas, el 60% son cosmopolitas, las restantes son de distribución circumtropical y dentro de éstas el 27% son exclusivas del continente sudamericano (Tell, 1998).

Cryptophyta: Representado por 3 géneros (*Cryptomonas*, *Chroomonasy Rhodomonas*) y 8 taxones en el sistema río-planicie. La mayor variedad de especies corresponde al género *Cryptomonas*. Este grupo suele ser cuantitativamente importante en la planicie de inundación (en cuerpos de agua de la margen derecha y en islas del cauce del Paraná Medio) durante los períodos de creciente y/o inundación, siendo dominantes o subdominantes del fitoplancton (Tabla 2).

Cyanophyta: Por lo general es un grupo escasamente representado en el sistema río-planicie de inundación. Integrado por 36 taxones, el mayor número lo presenta el río Paraguay en la zona del Pantanal pero son escasas en el resto del eje fluvial y en los ambientes de la planicie inundable.

En los inicios del Paraná Medio, suelen registrar mayor abundancia sobre la margen izquierda, por donde se desplazan las aguas del Alto Paraná. Éstas disminuyen gradualmente aguas abajo hasta la zona del Delta. La mayor abundancia de este grupo suele ocurrir en primavera y verano, época en que alcanzan la subdominancia del fitoplancton. Algo similar suele observarse en el Pantanal del río Paraguay.

El grupo está representado por los Ordenes Chroococcales, Oscillatoriales y Nostocales. El mayor número de especies la presentan las Chroococcales, pero la mayor abundancia está dada por representantes del Orden Nostocales (*Cylindrospermopsis raciborskii*, *Raphidiopsis mediterranea* y *Anabaena spiroides*) las que ocasionalmente, en menor densidad están acompañadas por algunas Oscillatoriales del género *Planktolyngbya* (*P. subtilis* y *P. contorta*). La especie más importante en biomasa (volumen celular) es *Microcystis aeruginosa* (Chroococcales), registrada siempre por debajo de los límites de detección del método de recuento, pero que en los últimos dos años se incrementó significativamente, siendo abundante en aguas del Alto Paraná y en la represa de Yacyretá.

Xanthophyceae: Escasamente representado en el plancton de ríos. La mayor variedad de especies la registra el Pantanal del río Paraguay y la gran planicie de inundación. La mayoría de sus representantes pertenecen a formas cocoides del Orden Mischococcales, principalmente de los géneros *Goniochloris*, *Tetraedriella*, *Tetraplektron* y *Pseudostaurastrum*. Las formas filamentosas

del orden Tribonematales suelen ser más abundantes que el Orden anterior con unas pocas especies del género *Tribonema*.

En general pueden sobrevivir en el potamoplancton y así ser redistribuidos hacia diferentes ambientes de la planicie de inundación durante épocas de creciente. Si bien están siempre representadas por un escaso número de especies y baja densidad poblacional, generalmente suelen observarse “picos de diversidad”, lo que generalmente ocurre con posterioridad a una creciente extraordinaria. Zalocar de Domitrovic y Pizarro (en prep.) identificaron 70 taxones infragénicos de los cuales el 60% se proponen como nuevos para la ciencia.

De manera similar a lo señalado para Euglenophyta, las Xanthophyceae de la planicie de inundación del Paraná son semejantes en su composición taxonómica a las del Pantanal.

Chrysophyceae: Representadas por un escaso número de especies. Son más importantes en abundancia y riqueza específica al descender las aguas de creciente de la planicie de inundación. Los géneros mejor representados son *Mallomonas* y *Synura*. Este grupo está sujeto no sólo a condiciones ambientales óptimas para su desarrollo, sino a la presencia de quistes en el agua, inóculo potencial para iniciar su crecimiento. Durante los períodos de aislamiento, al descender las aguas de creciente, suele producirse el crecimiento explosivo de este grupo, produciendo floraciones de corta duración.

No se conoce con exactitud el número de especies de este grupo para la subcuenca hidrográfica. La mayoría de los representantes de *Mallomonas* y *Synura* no fueron estudiados al microscopio electrónico de barrido (MEB) para su identificación a nivel específico. El estudio se basa en la observación de la morfología de las escamas silíceas, donde el tamaño, forma, longitud de las espinas y ornamentación de las escamas son caracteres tenidos en cuenta para la determinación de las especies.

Dinophyta: Grupo escasamente representado en densidad y variedad de especies. En general son más abundantes en la planicie, donde suelen adquirir importancia en biomasa (volumen celular) una vez avanzado el período de aislamiento y hacia el final de la sucesión fitoplanctónica. No se conoce el número de géneros y taxones infragénicos de este grupo para la subcuenca hidrográfica dada las dificultades que suelen presentar para su determinación incluso a nivel genérico. Precisamente por su escasa representatividad en las muestras (salvo excepciones en algunos ambientes de la planicie) no cuenta con estudios taxonómicos ni observaciones al MEB. Excepcionalmente en algunas publicaciones figuran a nivel específico, pero en la mayoría, las determinaciones se basan en observaciones realizadas al microscopio de luz detectándose solamente especies tecadas y no tecadas o desnudas.

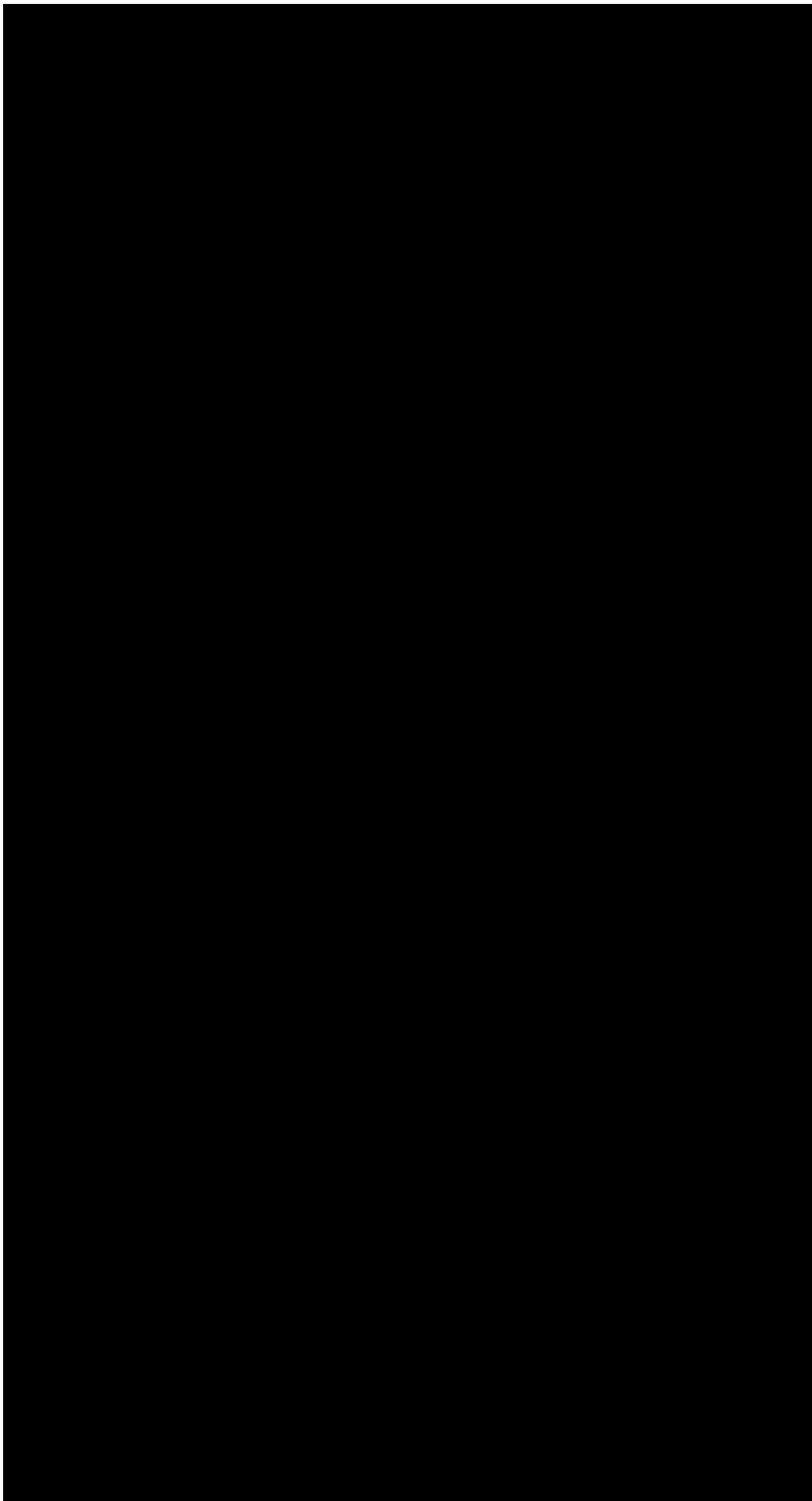


Tabla 1. Resumen de los principales atributos del fitoplancton en el cauce principal de los ríos Paraguay y Paraná. Los grupos de algas y taxones dominantes están ordenados de mayor a menor abundancia en base a análisis cuantitativos según el método de Utermöhl (1958). Los datos de diversidad específica (H') corresponden al índice de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1963). s.d.: sin datos.

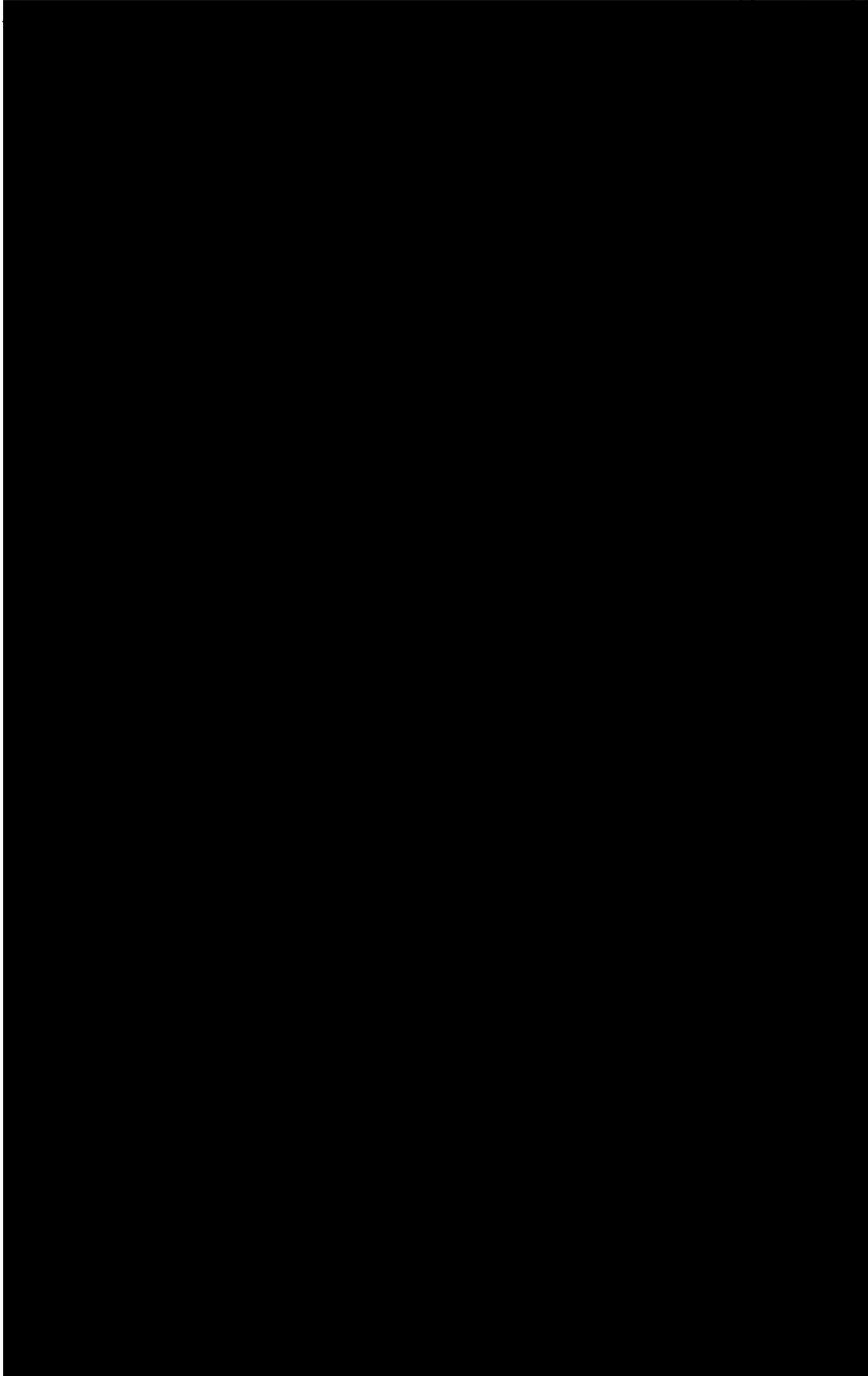


Tabla 2. Resumen de los principales atributos del fitoplancton en la planicie de inundación de los ríos Paraguay y Paraná. Los grupos de algas y taxones dominantes están ordenados de mayor a menor abundancia en base a análisis cuantitativos según el método de Utermöhl (1958). Los datos de diversidad específica (H') corresponden al índice de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1963). s.d.: sin datos.

Variaciones de la riqueza específica en el gradiente latitudinal del curso fluvial Paraguay-Paraná

En el eje fluvial Paraguay-Paraná hay una reducción progresiva del número de especies en el sentido Norte-Sur (Fig. 3). Esto surge de muestreos longitudinales realizados casi en simultáneo entre el Pantanal (Puerto Cáceres) y el Río de La Plata (Zalocar de Domitrovic, 1999). La mayor amplitud en el número de especies la presenta el río Paraguay con respecto al Paraná. Es elevado en la cuenca de alimentación, es decir en el Gran Pantanal (593), y se reduce en los tramos medio (248) e inferior (123) (Fig. 2). La mayor riqueza de especies en la cuenca de alimentación estaría relacionada probablemente a una gran diversidad de microhábitats. Parte de esta complejidad de microhábitats sería generada por los diversos macrófitos que pueblan los ambientes acuáticos del Pantanal, desde donde una parte de las especies algales (la mayoría ticooplanctónicas) serían arrastradas río abajo por las aguas lólicas.

El flujo unidireccional, la turbulencia continua y los periódicos cambios de turbidez que caracterizan a un sistema lótico se acentúan aguas abajo del Pantanal (después del río Apa). Es así que en este tramo hasta su desembocadura en el Paraná, a lo largo de 2.550 km, el número de especies se reduce casi a una tercera parte. Si bien después del Pantanal hay una disminución progresiva del número de especies, la caída más drástica se produce en el tramo inferior luego de recibir las aguas del río Bermejo. Este último aporta una importante carga de sedimentos (de origen andino) que repercute negativamente sobre la abundancia y composición específica del fitoplancton, reduciéndolas notablemente (Bonetto A. *et al.*, 1984).

En la zona de la confluencia Paraguay-Paraná, la composición de especies se incrementa sobre la margen izquierda, la que recibe las aguas del Alto Paraná (con unas 380 especies), pero no sobre la margen derecha. Esto se debe a que las aguas del Paraguay, luego de la confluencia con el Paraná escurren preponderantemente sobre esta margen, y las del Alto Paraná continúan sobre la margen izquierda. Ambos ríos corren separados durante aproximadamente 300 ó 400 km hasta que se produce la mezcla completa de sus aguas (Bonetto A. y Orfeo, 1984).

Desde la Confluencia, aguas abajo hasta el Sur de la ciudad de La Paz (Entre Ríos), hay una clara asimetría en la abundancia y composición de especies del fitoplancton de ambas márgenes. Paralelamente ambos atributos se reducen gradualmente hacia el Sur del curso y en el tramo final del Paraná Medio se registra sólo la tercera parte con respecto a la zona de Confluencia.

La configuración hidrosedimentológica de ambas márgenes se relaciona con la diferente calidad física y química de las aguas. El fitoplancton está fuertemente condicionado por la transparencia del agua, reflejando ésta el comportamiento del medio físico. La riqueza específica presenta una reducción significativa en relación a una disminución en la transparencia y a incrementos en la concentración de sólidos en suspensión (Zalocar de Domitrovic, 1999).

En el curso principal del tramo medio del Paraná (entre la Confluencia y Diamante) el número de especies varía entre 114 y 350. En el Paraná Inferior (entre Diamante y el Río de La Plata) oscila entre 285 y 370 taxones (Fig. 2).

El número de especies comunes a ambos ríos (Paraguay y Paraná) es de aproximadamente el 60%. Entre 60 y 70 % de los taxones registrados en el curso de los inicios del Paraná Medio, es aportado fundamentalmente por el Alto Paraná. El porcentaje restante es suministrado por el río Paraguay, fundamentalmente cuando el río Bermejo se encuentra en estiaje y que no interfiere mayormente con su carga de sólidos en suspensión sobre los atributos del fitoplancton. Sin embargo, la mayor influencia del río Paraguay en cuanto a su aporte cuali-cuantitativo de especies, ocurre en la gran planicie de inundación, sobre la margen derecha en los inicios del Paraná Medio.

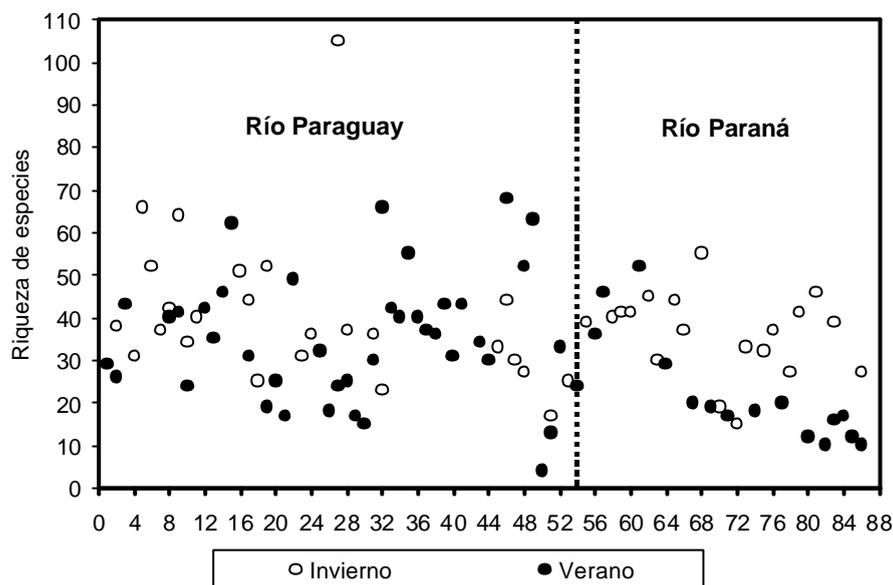


Fig. 3. Variaciones de la riqueza específica en el eje fluvial Paraguay-Paraná en dos muestreos longitudinales entre Puerto Cáceres (Pantanal) y el Río de La Plata.

Variaciones de la riqueza específica en la planicie de inundación.

Los ambientes de la planicie inundable, al igual que los de otros grandes ríos sudamericanos, muestran fuertes variaciones temporales en sus características limnológicas como resultado de las fluctuaciones de los pulsos de inundación, produciendo notable influencia sobre la estructura y dinámica de las comunidades bióticas (Bonetto A., 1975, 1994; Welcomme, 1985; Neiff, 1990, 1996; Junk, 1997). La planicie de inundación Paraguay-Paraná tiene posición lateral respecto del eje de escurrimiento del río (*fringe-floodplains* en el sentido de Welcomme, 1985), y refleja una evolución transversal en sus características limnológicas y bióticas, muy variables de acuerdo a la amplitud e intensidad de los ciclos hidrológicos (Neiff, 1996).

La riqueza específica es más elevada en la planicie inundable que en el curso del eje fluvial y de sus afluentes (García de Emiliani, 1981, 1985, 1990, 1993, 1997; Zalocar de Domitrovic, 1990, 1992, 1993a). Esto es consistente con lo observado para el Alto Paraná (CECOAL, 1977; Train 1998) y para el Amazonas (Huszar, 1994).

La amplia variedad de algas, con 761 taxones determinados hasta la fecha (probablemente sean más), difiere de las generalizaciones publicadas por Kalff y Watson (1986) y Lewis (1996), quienes señalan para lagos tropicales una composición florística muy simple y con escasas variaciones estacionales respecto a lagos de clima templado.

El mayor porcentaje de contribución al número de especies en la planicie de inundación está dado por Euglenophyta y Chlorophyta del Orden Chlorococcales (Fig. 2). En ambientes influenciados por las aguas del río Paraguay, generalmente hay dominancia cualitativa de Euglenophyta (por ejemplo en los ambientes situados en islas del cauce y en los de la margen derecha). En cambio, en aquellos con mayor influencia de las aguas del Alto Paraná (generalmente ambientes situados en islas del cauce), la mayor contribución suele estar dada por Chlorophyta del Orden Chlorococcales (Zalocar de Domitrovic, 1990, 1992, 1993a). El predominio cualitativo de este grupo (Chlorophyta) también ocurre en el tramo final del Paraná Medio, (lagunas Los Matadores y El Tigre), ocupando un segundo lugar, las Euglenophyta (García de Emiliani, 1980, 1997).

En afluentes de la margen derecha del Paraná Medio (provincias de Chaco y Santa Fe), además de

algas verdes Chlorococcales y diatomeas pennadas, el tercer lugar en importancia cualitativa corresponde a Euglenophyta. En afluentes de la margen izquierda (provincias de Corrientes y Entre Ríos), en cambio, Euglenophyta suele estar escasamente representado (Zalocar de Domitrovic *et al.*, 1986; Zalocar de Domitrovic, 2003b; García de Emiliani y Anselmi de Manavella, 1983; García de Emiliani, 1997). Tales diferencias en el plancton a una misma latitud entre los afluentes de ambas márgenes y los ambientes lénticos asociados está relacionado a las diferencias en las características físicas y químicas de sus aguas (Bonetto A. y Lancelle, 1981, Lancelle *et al.*, 1986).

Consideraciones finales

En el eje fluvial Paraguay-Paraná, las discontinuidades ambientales, tales como la proporción de humedales y el ingreso de tributarios cargados de sólidos suspendidos, configuran un patrón espacio-temporal de distribución y abundancia del fitoplancton. La sucesión longitudinal (caracterizada por un incremento en la *información*) desde las cabeceras hasta la desembocadura del río, no se da en el eje potámico. Es decir que el fitoplancton no acusa un efecto acumulativo de taxones hacia el tramo inferior.

En el contexto de las publicaciones que explican la biodiversidad a nivel de biósfera, la mayor riqueza de especies del Pantanal, podría atribuirse a que éste se encuentra en una faja de baja latitud, en zona tropical, con temperaturas elevadas y posee un amplio desarrollo de humedales, que ocupan una superficie mayor que los de la Alta cuenca del Paraná y que cualquier otro río del mundo.

Hay claras diferencias entre el curso del río y los cuerpos de agua de la planicie de inundación, en lo referido al número de especies, diversidad y abundancia. El número de taxones en los ambientes vinculados temporariamente al flujo del río duplica su número respecto al del curso fluvial. Las aguas de los tramos superiores del río, que ingresan por desborde a los madrejones, lagunas, bañados y cursos menores de la planicie de inundación, encuentran condiciones ambientales (baja pendiente del terreno, escasa movilidad horizontal, mayor amplitud de temperatura, alto contenido de materia orgánica, deficiencia de oxígeno disuelto, pH menor) que favorecen el desarrollo y una rápida reorganización de la comunidad fitoplanctónica.

Las potamofase y limnofase (*sensu* Neiff, 1990) representan fases que se alternan en una serie de tiempo y constituyen un régimen de pulsos que es diferente en cada segmento de la sección transversal. De tal manera, aquellos que no tienen conexión con la hidrodinámica del curso del río, la diversidad de especies del fitoplancton es menor que en los ambientes inundados periódicamente.

La mayor parte de los taxones de Euglenophyta y Xanthophyceae y en menor proporción Chlorophyta y Cyanophyta son comunes al Pantanal del río Paraguay (43%) y un poco menos al del Alto Paraná (28%). Es decir que el río Paraguay podría ser la principal fuente de aporte de especies al fitoplancton de la planicie de inundación del Paraná, cuyos ambientes tienen condiciones análogas a las de muchos otros de la alta cuenca del Paraguay (aguas ricas en materia orgánica, bajos tenores de oxígeno disuelto, pH con tendencia ácida, importante cobertura de macrófitos acuáticos, etc.). No debería excluirse también el aporte del Alto Paraná, cuyas aguas inundan la planicie en crecientes extraordinarias, particularmente durante los fenómenos de "El Niño".

Para Margalef (1961) los eventos de inundación constituyen un severo disturbio de origen alogénico que destruye gran parte del contenido de la *información*, posibilitando paralelamente la renovación de la comunidad. Neiff (1996) señala a la hidrodinámica de los pulsos como reguladores de las biocenosis en grandes ríos, destacando la importancia tanto de las fases de creciente como las de aguas bajas o periodos de sequía. Para este autor, las fases de inundación representan un mayor intercambio de organismos, mientras que las fases de sequía constituyen una situación de *stress* siendo un poderoso factor de selección en la distribución y abundancia de organismos. Teniendo en cuenta lo señalado podemos concluir que el régimen hidrosedimentológico condiciona la distribución y diversidad del fitoplancton en la subcuenca hidrográfica Paraguay-Paraná.

Bibliografía

- Anselmi de Manavella, M. 1986. Estudios limnológicos en una sección transversal del tramo medio del río Paraná. XIV: fitoplancton. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral* 17 (2): 183-201.
- Bonetto, A.A. 1975. Hydrologic regime of the Paraná river and its influence on ecosystems. En: Hasler, A. D. (ed.), *Coupling of land and water systems*. Springer-Verlag, New York: 175-198.
- Bonetto, A.A. 1994. Austral rivers of South America. En: Margalef, R. (ed.), *Limnology now: A paradigm of Planetary problems*. Elsevier Science B.V.: 425-471.
- Bonetto, A.A. y Lancelle, H.G. 1981. Calidad de las aguas del río Paraná. *Comunicaciones Científicas del CECOAL* 11: 1-22.
- Bonetto, A.A. y Orfeo, O. 1984. Caracteres sedimentológicos de la carga en suspensión del río Paraná entre confluencia y Esquina (Prov. de Corrientes). *Revista de la Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología* 15 (3-4): 51-61.
- Bonetto, A.A., Zalocar de Domitrovic, Y. y Vallejos, E.R. 1982. Contribución al conocimiento del fitoplancton del Paraná Medio. I. *Ecosur* 9 (18): 189-212.
- Bonetto, A.A., Zalocar Y., Pedrozo, F.L. y Bonetto, C.A. 1984. Contribución al conocimiento limnológico del río Bermejo en su tramo inferior. *Ecosur* 11 (21/22): 61-74.
- Bonetto, C.A., Bonetto, A.A. y Zalocar Y. 1981. Contribución al conocimiento limnológico del río Paraguay en su tramo inferior. *Ecosur* 8 (16): 55-88.
- 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.
- Bonetto, C.A., Zalocar Y. y Lancelle, H.G. 1984. A limnological study of an oxbow-lake covered by *Eichhornia crassipes* in Paraná River. *Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 22: 1315-1318.
- CECOAL (Centro de Ecología Aplicada del Litoral) 1977. *Estudios ecológicos en el área de Yacaré*. Informe de Avance N° 2, Corrientes, Argentina, 204 p.
- Conforti V. y Zalocar de Domitrovic, Y. 2003. Ultrastructural study of *Strombomonas* from subtropical Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 38 (1-2): 5-12.
- García de Emiliani, M.O. 1979. Campaña «Keratella I» a lo largo del río Paraná Medio. III. Fitoplancton de ambientes leníticos. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral* 10: 73-84.
- García de Emiliani, M.O. 1980. Fitoplancton de una laguna del valle aluvial del Paraná Medio («Los Matadores», Santa Fé, Argentina). I. Estructura y distribución en relación a factores ambientales. *Ecología* 4: 127-140.
- García de Emiliani, M.O. 1981. Fitoplancton de los principales cauces y tributarios del valle aluvial del río Paraná: tramo Goya-Diamante. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral* 12: 112-125.
- García de Emiliani, M.O. 1985. Fitoplancton de los principales cauces y tributarios del valle aluvial del río Paraná: tramo Goya-Diamante. III. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral* 16 (1): 95-112.
- García de Emiliani, M.O. 1990. Phytoplankton ecology of the Middle Paraná river. *Acta Limnológica Brasiliense* 3:391 - 417.
- García de Emiliani, M.O. 1993. Seasonal succession of phytoplankton in a lake of the Paraná River floodplain, Argentina. *Hydrobiologia* 264: 101-104.
- García de Emiliani, M.O. 1997. Effects of water level fluctuations on phytoplankton in a river-floodplain lake system (Paraná river, Argentina). *Hydrobiologia* 357: 1-15.
- García de Emiliani, M.O. y Anselmi de Manavella, M.I. 1983. Fitoplancton de los principales cauces y tributarios del valle aluvial del Río Paraná: tramo Goya-Diamante. III. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral* 14: 217-237.
- García de Emiliani, M.O. y Devercelli, M. 2003. Influencia del fenómeno "El Niño" sobre el transporte y la estructura del fitoplancton en el cauce principal del río Paraná Medio, Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 38 (1-2): 29-38.
- Huber-Pestalozzi, G. 1955. Das phytoplankton des süßwassers: Systematik und Biologie: *Euglenophyceen*. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 16 (4): 606 p.
- Huszar, V.L.M. 1994. *Fitoplancton de un lago Amazónico implantado por rejeito de Bauxita (lago Batata, Pará, Brasil): Estructura da comunidade, flutuações espaciais e temporais* Tesis doctoral, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos - SP, 219 p.
- Junk, W. J., 1997. Structure and function of the large central Amazonian river floodplains synthesis and discussion. In: Junk, W. J. (ed.), *The central Amazon floodplain: Ecology of a pulsing system*. Ecological Studies, Vol. 126: 445-472.
- Kalf, J. y Watson, S. 1986. Phytoplankton and its dynamics in two tropical lakes: a tropical and temperate zone comparison. *Hydrobiologia* 138: 161-176.

- Lancelle, H.G., Longoni, C.A., Ramos A.O. y Cáceres, J.C. 1986. Caracterización físico-química de ambientes acuáticos permanentes y temporarios del Chaco Oriental. *Ambiente Subtropical* 1: 73-91.
- Lewis Jr., W.M. 1996. Tropical lakes: how latitude makes a difference. En: Schiemer, F. y Boland, K.T. (eds.), *Perspectives in tropical limnology*. SPB Academic Publishing, Amsterdam, The Netherlands: 43-64.
- Margalef, R. 1961. Communication of structure in planktonic populations. *Limnology and Oceanography* 6: 124-128.
- Neiff, J. J. 1990. Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. *Interciencia* 15 (6): 424-441.
- Neiff, J. J. 1996. Large rivers of South America: toward the new approach. *Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 26: 167-180.
- O Farrell, I., Izaguirre, I. y Vinocur, A. 1996. Phytoplankton ecology of the Lower Paraná River (Argentina). *Archiv für Hydrobiologie/Supplementband* 115/1, *Large Rivers* 11 (1): 75-89.
- O Farrell, I., Vinocur, A. y Lombardo, R.J. 1998. Cross-channel and vertical variation in diversity and abundance of phytoplankton in the lower Paraná River, Argentina. *Archiv für Hydrobiologie/Supplementband* 115/2, *Large Rivers* 11 (2): 103-123.
- Schiaffino, M. 1981. Campaña limnológica "Keratella I" en el río Paraná Medio. XIII. Fitoplancton de ambientes lóticos. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral* 12: 140-147.
- Shannon, C.E. y Weaver, W. 1963. *The mathematical theory of communication*. Illinois University Press, Urbana, 177 p.
- Tell, G. 1998. Euglenophyta found exclusively in South America. *Hydrobiologia* 369/370: 363-372.
- Tell, G. y Zalocar de Domitrovic, Y. 1985. *Euglenophyta* pigmentadas de la provincia del Chaco (Argentina). *Nova Hedwigia* 41: 353-391.
- Train, S. 1998. *Flutuações temporais da comunidade fitoplanctônica do sub-sistema rio Baía-lagoa do Guaraná, planície de inundação do Alto rio Paraná (Bataiporã, Mato Grosso do Sul)*. Tesis doctoral, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Brasil. 189 p.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitteilungen der Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 9: 1-38.
- Welcomme, R.L. 1985. *Pesca fluvial* FAO, Documento técnico de pesca 262, Roma, 303 p.
- Zalocar de Domitrovic, Y. 1990. Efecto de las fluctuaciones del nivel hidrométrico sobre el fitoplancton en tres lagunas isleñas en el área de confluencia de los ríos Paraná y Paraguay. *Ecosur* 16 (27): 13-29.
- Zalocar de Domitrovic, Y. 1991. *Strombomonas (Euglenophyta)* nuevas o raras de la Argentina. *Cryotogamie, Algologie* 12 (4): 271-281.
- Zalocar de Domitrovic, Y. 1992. Fitoplancton de ambientes inundables del río Paraná (Argentina). Estudio comparativo entre áreas libres y vegetadas. *Revue d'Hydrobiologie tropical* 25 (3): 177-188.
- Zalocar de Domitrovic, Y. 1993a. Fitoplancton de una laguna vegetada por *Eichhornia crassipes* en el valle de inundación del río Paraná (Argentina). *Ambiente Subtropical* 3: 39-67.
- Zalocar de Domitrovic, Y. 1993b. Volvocales coloniales (Chlorophyta) del nordeste argentino. *Folia Botanica et geobotanica correntisiana* 9: 1-18.
- Zalocar de Domitrovic, Y. 1999. *Estructura y dinámica del fitoplancton en la cuenca del eje potámico Paraguay-Paraná (Argentina)*. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, 375 p.
- Zalocar de Domitrovic, Y. 2002. Structure and variation of the Paraguay river phytoplankton in two periods of its hydrological cycle. *Hydrobiologia* 472 (1-3): 177-196.
- Zalocar de Domitrovic, Y. 2003a. Effect of fluctuations in the water level on phytoplankton development in three lakes of the Paraná River floodplain (Argentina). *Hydrobiologia* 510: 175-193.
- Zalocar de Domitrovic, Y. 2003b. Fitoplancton de lagunas y cursos de agua del sistema Iberá. En: Poi de Neiff, A.S.G. (ed.), *Limnología del Iberá: Características físicas, químicas y biológicas de las aguas*. Eudene, Corrientes: 85-142.
- Zalocar, Y., Bonetto, C.A. y Lancelle, H.G. 1982. Algunos aspectos limnológicos de la laguna La Herradura (Formosa, Argentina). *Ecosur* 9 (18): 171-188.
- Zalocar de Domitrovic, Y. y Maidana, N.I. 1997. Taxonomic and ecological studies of The Paraná River diatom flora (Argentina). *Bibliotheca Diatomologica* 34, J. Cramer, Berlin, 122 p.
- Zalocar de Domitrovic, Y. y Pizarro, H.N. Mischococcales (Xanthophyceae) del nordeste argentino (en preparación).
- Zalocar de Domitrovic, Y. y Vallejos, E.R. 1982. Fitoplancton del río Alto Paraná. Variación estacional y distribución en relación a factores ambientales. *Ecosur* 9 (17): 1-28.
- Zalocar de Domitrovic, Y., Vallejos E.R. y Pizarro H.N. 1986. Aspectos ecológicos de la ficoflora de ambientes acuáticos del Chaco Oriental (Argentina). *Ambiente Subtropical* 1: 92-111.

Recibido 5 de febrero de 2005

Aceptado 5 de marzo de 2005



FAUNA



