

**FITOPLANCTON, NUTRIENTES, MANEJO DEL EMBALSE  
FLORENTINO AMEGHINO Y SU INFLUENCIA EN EL RIO  
CHUBUT (CHUBUT, ARGENTINA)**

**Phytoplankton, nutrients, operation of Florentino  
Ameghino Reservoir and their influence in the Chubut  
River (Chubut, Argentina)**

Viviana Sastre, Silvia Otaño, Norma Santinelli, María Pangaro, Gabriela Ayestarán y María Eugenia Ivanissevich.

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco; Facultad de Ciencias Naturales. Belgrano 504, 2º Piso. (9100) Trelew, Provincia del Chubut, Argentina.

**RESUMEN**

El objetivo de este estudio fue determinar la abundancia del fitoplancton con énfasis en las especies dominantes y la concentración de nutrientes en el embalse Florentino Ameghino (Chubut, Argentina), con el fin de analizar su relación con el comportamiento del fitoplancton aguas abajo en función del manejo de la represa. Las poblaciones más numerosas en el embalse, pertenecieron a diatomeas centrales: *Aulacoseira granulata*, *Stephanodiscus* sp. y *Cyclotella* sp. El número de células en la columna de agua fue bajo, rara vez superó  $10^6$  células por litro. Sin embargo se encontraron concentraciones marcadamente diferentes en el fondo. En octubre de 1991, *A. granulata* tuvo densidades veinte veces superiores, en agosto y noviembre de 1992 *Stephanodiscus* sp. y *Cyclotella* sp. aumentaron diez y doce veces su número en el fondo. Los nutrientes fueron en general elevados a fines de otoño e invierno, bajos en primavera y mínimos hacia fines de la primavera y verano. En el curso inferior

del río Chubut, se registró una floración de *A. granulata* en diciembre de 1991 - enero de 1992, posterior a su presencia, en gran concentración, en el fondo del embalse. En el verano 92/93 esta especie se mantuvo en el río con valores bajos y no había sido observada en el fondo del embalse. El efecto de las variables de operación del embalse se evidencia en este estudio, ya que las floraciones de diatomeas se produjeron aguas abajo, cuando la salida del agua se realizó mediante los descargadores de fondo, lo que provocó la deriva de las células que se encontraban a ese nivel. Sin embargo, la densidad celular adquiere magnitud de floración a más de 100 km de distancia de la represa, lo que permite suponer que si bien el inóculo procede del embalse, existen otros factores que favorecen su desarrollo en el camino recorrido.

**Palabras clave:** Fitoplancton, nutrientes, manejo de embalse, río regulado, río Chubut.

### ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effect of the phytoplankton dominant species abundance and the nutrients concentration in Florentino Ameghino dam (Chubut, Argentina) on the phytoplankton in the regulated Chubut river, below this dam, as result of the reservoir operation. The most abundant species were the centric diatoms: *Aulacoseira granulata*, *Stephanodiscus* sp. and *Cyclotella* sp. The cells number in the water column was low, seldom exceeding  $10^6$  cells per litre. Nevertheless, at the bottom the situation was different, in October 1991, *A. granulata* had a density twenty times larger and in August and November 1992, *Stephanodiscus* sp. and *Cyclotella* sp. increased ten and twelve times their number. In summer 1991-1992, a bloom of *A. granulata* was registered in the lower run of Chubut River, subsequently to its high concentration in the bottom of the dam. In the summer 1992-1993, this species was present in the river in low values and was not observed at the bottom of the dam. The effects of reservoir operation are obvious in this study, because diatoms blooms were produced in the lower run when the water flows by mean of bottom dischargers. However, *A. granulata* reached a high cellular density bloom farther than 100 Km away from the dam, it means that while the origin of the blooms is in the reservoir, their developement in the river course is affected also by other factors.

**Key words:** Phytoplankton, nutrients, regulated river, reservoir operation, Chubut River.

## INTRODUCCION

La construcción de represas para diversos fines es una de las grandes experiencias humanas en la modificación de los ecosistemas naturales.

Las represas artificiales son complejos sistemas intermediarios entre ríos y lagos, cuya evolución depende del balance hidrológico (entrada y salida de agua). Esos procesos interfieren en la evolución de las comunidades planctónicas, bentónicas y de peces y en la composición química de los sedimentos (Tundisi, 1986).

El embalse Florentino Ameghino ha sido clasificado entre mesotrófico y eutrófico en base a la estructura del fitoplancton estival (Izaguirre et al., 1990).

Aguas abajo del embalse, el curso inferior del río Chubut corre en un amplio valle a lo largo de 200 Km, con un lecho marcadamente meandroso pero con tramos de fuerte turbulencia, y desemboca en el Océano Atlántico.

En este curso, la diatomea *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen se ha manifestado en forma de floración, especialmente en verano, causando la obturación de los filtros de las plantas potabilizadoras de la zona (Sastre et al., en prensa). Las características limnológicas de un reservorio y su operación tienen influencia sobre la biota del río regulado (Ward y Stanford, 1979).

El objetivo de este estudio fue determinar la abundancia del fitoplancton con énfasis en las especies dominantes y la concentración de nutrientes en el embalse, con el fin de analizar su relación con el comportamiento del fitoplancton aguas abajo en función del manejo de la represa.

Las autoras desean agradecer al Oceanógrafo Esteban Defelice y a los Sres. Rubén Reinoso y Rubén García la colaboración brindada en las tareas de campo.

Este trabajo ha sido realizado en el marco de los convenios realizados entre la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de la Patagonia y las Cooperativas de Servicios Públicos de las ciudades de Trelew, Rawson y Puerto Madryn.

## DESCRIPCION DEL SITIO DE ESTUDIO

El embalse Florentino Ameghino se encuentra ubicado en la provincia del Chubut a 43° 42' S y a 67° 27' W, a una altitud de 170 m sobre el nivel del mar (fig. 1).

La cuenca del río Chubut hasta el embalse, tiene un desarrollo de 29.000 Km<sup>2</sup>, a los cuales se deben adicionar los correspondientes a la cuenca del río Senguerr-Chico, pero haciendo la salvedad que los aportes de dicho sistema, ya no desaguan al embalse en forma regular.

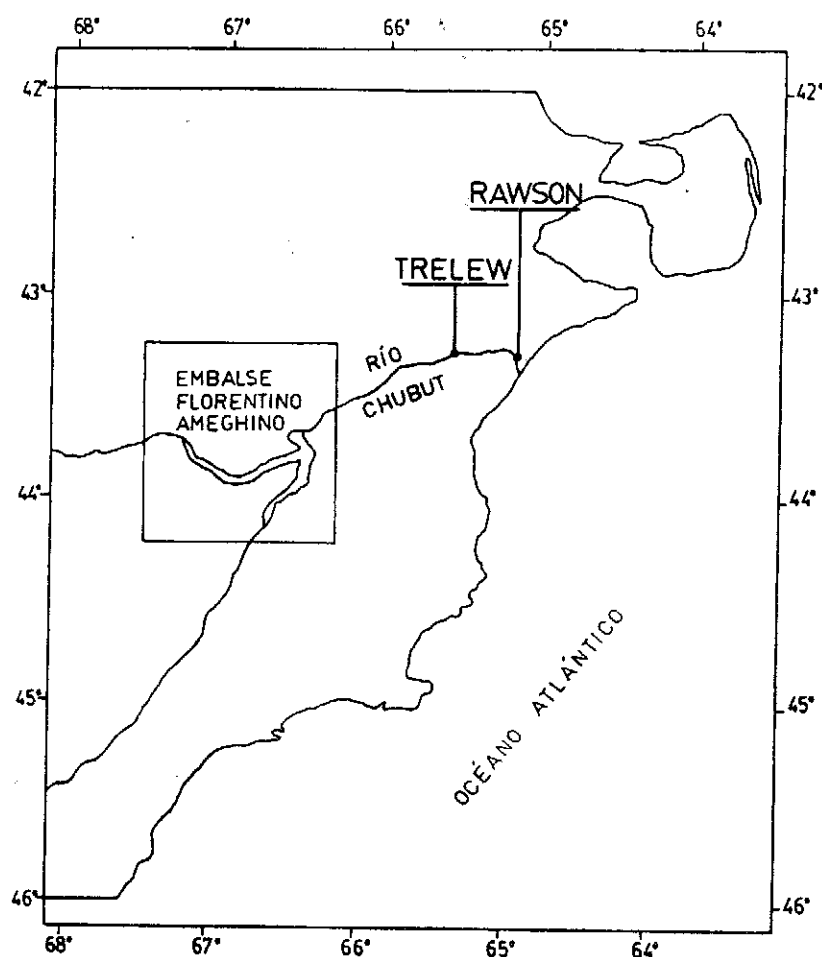


Figura 1: Ubicación geográfica del área de estudio.

El embalse tiene un área de 65 Km<sup>2</sup>, una profundidad media de 24,6 m y un volumen de 1500 Hm<sup>3</sup> (Quirós y Drago, 1985). Sus funciones principales son: el control de crecidas, la derivación de caudales para riego y la generación de energía eléctrica.

La erogación normal del embalse se realiza por la salida que está ubicada a los 20 m del fondo y tiene una altura de 8 m. Sin embargo cuando la cota no es suficiente para erogar de esta manera, se utilizan descargadores situados en el fondo (datos de

Agua y Energía Eléctrica).

## MATERIAL Y METODOS

El embalse fue muestreado en superficie, en 11 campañas entre abril de 1990 y diciembre de 1991. En octubre de 1991, marzo, junio, agosto y noviembre de 1992 se realizaron además muestreos estratificados desde la superficie al fondo.

La estación de muestreo estuvo ubicada en la zona de mayor profundidad, cercana al muelle.

Las muestras se tomaron con botella Van Dorn y fueron destinadas al análisis cuali y cuantitativo del fitoplancton y al análisis de clorofila *a* y de nutrientes (nitratos, nitritos, amonio, fosfatos y silicatos).

Las muestras para análisis cualitativo se fijaron con formol neutralizado al 4%, mientras que las destinadas al análisis cuantitativo con solución de Lugol.

Para la taxonomía de diatomeas, los frústulos se limpiaron según el método de Hasle y Fryxell (1970).

Los recuentos celulares se realizaron con una cámara Sedgwick-Rafter (Guillard, 1978), siguiendo las recomendaciones de Venrick (1978).

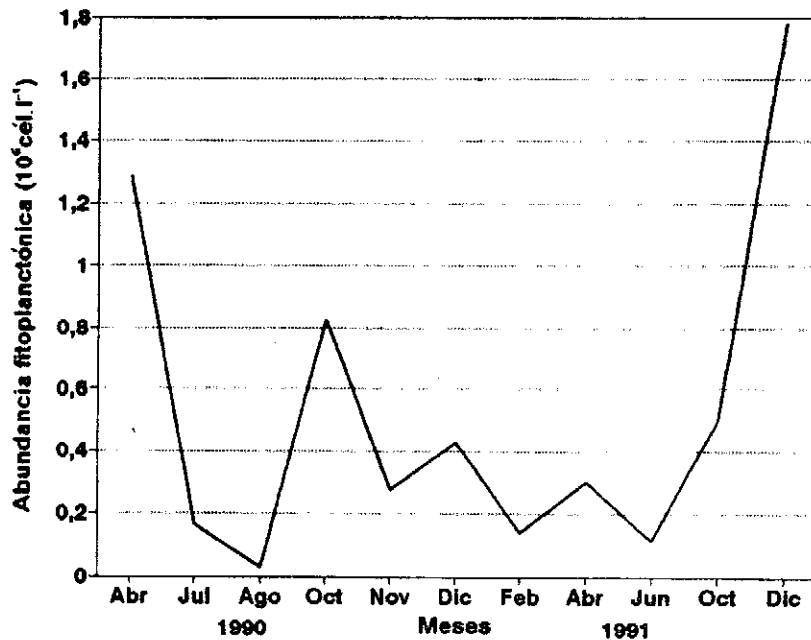
Los nitratos y los nitritos se analizaron por reducción con columna de cadmio y el amonio por el método colorimétrico del

azul de indofenol (Strickland y Parsons, 1972); estos análisis fueron llevados a cabo en el Servicio Centralizado de Química del Centro Nacional patagónico (CONICET). Los fosfatos y los silicatos se determinaron en el laboratorio de la Planta Potabilizadora de Puerto Madryn por el método colorimétrico del azul de molibdeno (Strickland y Parsons, 1972; Golterman et al., 1978). La clorofila *a* fue cuantificada en la Universidad Nacional de la Patagonia, mediante extracción con acetona-DMS y espectrofotometría (Golterman et al., 1978).

## RESULTADOS

### A. Variación temporal del fitoplancton en superficie

La figura 2 muestra la evolución temporal de la abundancia del fitoplancton en la superficie del embalse. Las diatomeas centrales fueron dominantes durante los meses de abril, julio y agosto de 1990, las clorofíceas comenzaron a aparecer en octubre, siendo *Pandorina morum* (Müller) Bory la más abundante (56% del total). En diciembre del mismo año las Clorofíceas representaron el 77% de la comunidad fitoplanctónica con *Eudorina elegans* Ehrenberg como principal especie. En 1991 fueron nuevamente dominantes las diatomeas, estando las demás clases algales escasamente repre-



**Figura 2:** Variación temporal de la abundancia fitoplanctónica en la superficie del embalse.

sentadas. La abundancia fue máxima en diciembre de 1991, con *Aulacoseira granulata* como especie dominante, aunque no superó  $2 \cdot 10^6 \text{ células l}^{-1}$ .

#### **B. Variación temporal en la distribución vertical del fitoplancton**

En todas las oportunidades de muestreo la abundancia del fitoplancton disminuyó con la profundidad. Sin embargo las muestras de fondo resultaron muy diferentes del resto de la columna de agua, con excepción del mes de

junio de 1992 en que el fitoplancton fue muy escaso en general (fig. 3 A).

En octubre de 1991, con una profundidad máxima en el embalse de 47,48 m, se registró en el fondo *Aulacoseira granulata* en una gran concentración, formando largas colonias en cadenas (fig. 3 B).

En marzo de 1992, con una profundidad máxima en el embalse de 46,13 m, la muestra de fondo estuvo representada en un 50% por *A. granulata* (fig. 3 B) y el resto lo constituyeron otras diatomeas céntricas, principalmente *Cyclotella* sp. y *Stephanodiscus*

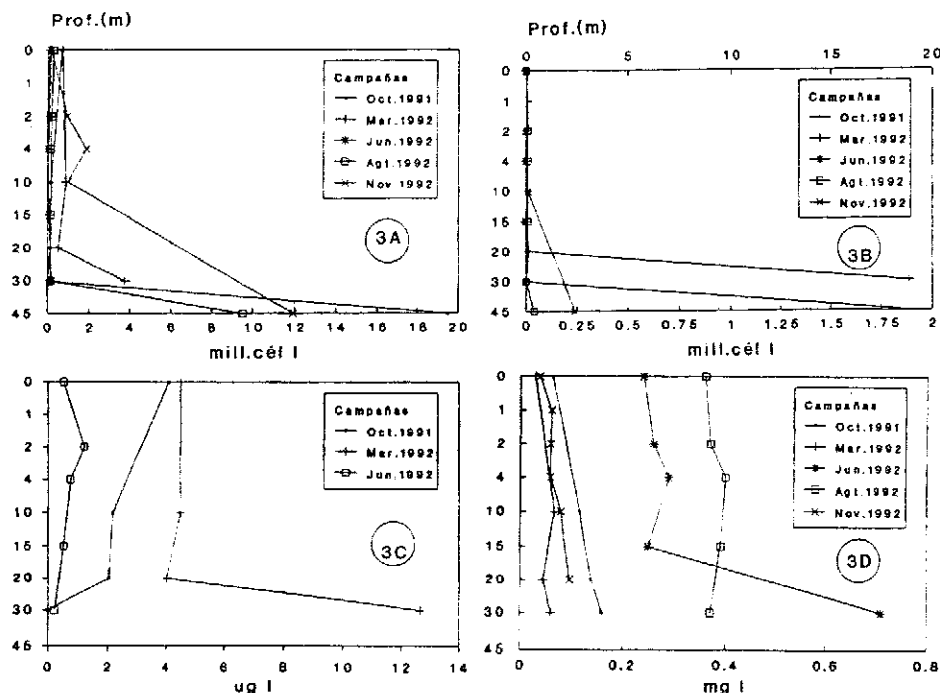


Figura 3: Variación vertical durante el período de estudio de: A, fitoplancton total; B, *Aulacoseira granulata*; C, clorofila *a*; D, fosfatos.

sp.

En agosto y noviembre de 1992, con profundidades máximas de 49,30 m y 54,55 m respectivamente, en el fondo el fitoplancton estuvo constituido en más del 95% por *Stephanodiscus* sp. y *Cyclotella* sp. La especie *Aulacoseira granulata* estuvo presente en muy pequeña proporción (Fig. 3 B).

Los valores de clorofila *a* aumentaron desde el invierno hacia el verano, presentando su máximo valor en el fondo, en el mes de marzo de 1992 (fig. 3 C).

### C. Variación temporal en la distribución vertical de los nutrientes

Las figuras 3 D y 4 (A, B, C y D) muestran la variación temporal en la distribución vertical de los principales nutrientes: fosfatos, silicatos, nitratos, nitritos y amonio.

Los nutrientes fueron en general elevados a fines de otoño e invierno (Junio y Agosto), bajos en primavera (Octubre) y mínimos hacia fines de la primavera y verano (Noviembre y Marzo).

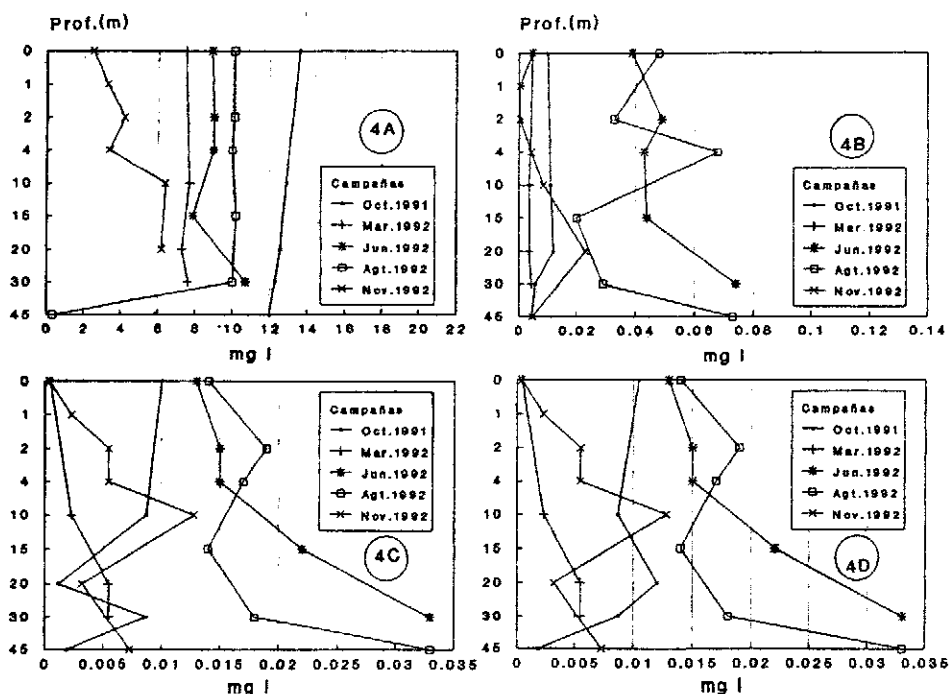


Figura 4: Variación vertical durante el período de estudio de: A, silicatos; B, amonio; C, nitritos; D, nitratos.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

Las poblaciones más numerosas en el fitoplancton del embalse pertenecieron, en las distintas épocas del año, a diatomeas centrales: *Aulacoseira granulata*, *Stephanodiscus* sp. y *Cyclotella* sp. Es reconocido el predominio de este orden en la zona limnética (Margalef, 1983).

Estudios anteriores del fitoplancton del embalse (Izaguirre et al., 1990) demuestran que las asociaciones de especies halladas son características de ambientes meso a eutróficos.

El número de células en la

columna de agua fue bajo; rara vez superó  $10^6$  células por litro. Sin embargo, a excepción del mes de junio, se encontraron concentraciones marcadamente diferentes en el fondo. En Octubre de 1991 *A. granulata* tuvo densidades veinte veces superiores, en agosto y noviembre de 1992 *Stephanodiscus* sp. y *Cyclotella* sp. aumentaron diez y doce veces su número en el fondo. *A. granulata* es una especie capaz de sobrevivir períodos prolongados (muchos meses o años) en los sedimentos de los lagos, como células de resistencia, en estado de dormancia, a pesar de la falta de luz y oxígeno (Lund, 1954;

Reynolds et al., 1986; Sicko-Goad et al., 1986; Davey, 1987). Esta característica también se ha comprobado en el género *Stephanodiscus* (Gibson, 1981).

Los nutrientes fueron en general elevados a fines de otoño e invierno (junio y agosto), bajos en primavera (octubre) y mínimos hacia fines de la primavera y verano (noviembre y marzo). Estos resultados son coincidentes con el ciclo anual de los nutrientes en aguas templadas, de producción invernal y consumo en primavera-verano (Margalef, 1983).

El valor máximo de fosfatos se registró en junio, en el fondo, y el mínimo en marzo en superficie. Los nitratos fueron máximos en agosto, a los 15 m y fondo y mínimos en marzo, a los 20 m. Mariazzi et al. (1992) muestran una dinámica similar de estos nutrientes en el Embalse Río Tercero.

Fue en marzo cuando las diferentes profundidades de la columna de agua presentaron menores variaciones en la concentración de nutrientes. Esto no se correspondería con el período de estratificación (primavera-verano). La alternancia entre períodos de mezcla y de estratificación, propia de un lago, queda perturbada en un embalse, por las variaciones en los movimientos horizontales del agua y de su tasa de renovación, que suelen ir acompañadas de cambios importantes de su nivel (Margalef, 1983).

En el curso inferior del río Chubut (aguas abajo del embalse) se registró una floración de *A. granulata* en diciembre de 1991 - enero de 1992, posterior a su presencia, en gran concentración, en el fondo del embalse. En el verano 92/93 esta especie se mantuvo en el río con valores bajos y no había sido observada en el fondo del embalse. Ward y Stanford (1979) dicen que las condiciones ambientales en el río aguas abajo, son función de la calidad del agua que entra en el reservorio, de los fenómenos limnológicos que ocurren en el sistema léntico y de las variables operacionales en el embalse, las interacciones de estas variables determinan en gran medida las condiciones ecológicas que prevalecen aguas abajo, las que afectan a fenómenos biológicos tales como la productividad y la diversidad. El efecto de las variables de operación del embalse se evidencia en este estudio, ya que las floraciones de diatomeas aguas abajo se produjeron cuando la salida del agua se realizó mediante los descargadores de fondo, lo que provocó la deriva de las células que se encontraban a ese nivel. Una salida localizada, a un nivel determinado, establece una mayor velocidad, hacia fuera del embalse, del agua de las capas situadas al mismo nivel (Margalef, 1983).

Sin embargo, la densidad celular adquiere magnitud de

floración a más de 100 km de distancia de la represa (hasta seis veces mayor que a la salida del embalse), lo que permite suponer que si bien el inóculo procede del embalse existen otros factores que favorecen su desarrollo en el camino recorrido. La floración podría deberse a la disminución de la velocidad de flujo del río en esa zona, con un consecuente aumento en el tiempo de residencia del fitoplancton y a un enriquecimiento en nutrientes (De Reuyter Van Steveninck et al., 1990). También debe tenerse en cuenta que en esta zona del río Chubut (Valle inferior), existe el mayor asentamiento poblacional en el curso del mismo, con el consiguiente desarrollo de actividades agropecuarias e industriales.

## BIBLIOGRAFIA

- Davey, M. C. 1987. Seasonal variation in the filament morphology of the freshwater diatom *Melosira granulata* (Ehremb.) Ralfs. *Freshwater Biology*, 18: 5-16.
- De Reuyter Van Steveninck, E. D., Admiraal, W. & Van Zanten, B. 1990. Changes in plankton communities in regulated reaches of the lower river Rhine. *Regulated Rivers: Research & Management*, 5 (1): 67-75.
- Gibson, C. E. 1981. Silica budgets and ecology of planktonic diatoms in an unstratified lake (Lough Neagh, N. Ireland). *Internationale Revue des gesamten Hydrobiologie*, 66: 641-664.
- Golterman, H. L., Clymo, R. S. & Ohnstad, M. A. M. 1978. Methods for physical and chemical analysis of fresh waters. IBP Handbook 8. Blackwell Scient. Publ., Oxford, 213 pp.
- Guillard, R. R. L. 1978. Counting slides. En A. Sournia (ed.), *Phytoplankton Manual*. UNESCO, París: 182-189.
- Hasle, G. R. & Fryxell, G. A. 1970. Diatoms: Cleaning and mounting for light and electron microscopy. *Tans. Am. Microsc. Soc.* 89 (4): 469-474.
- Izaguirre, I., Del Giorgio, P., O'Farrell, I. & Tell, G. 1990. Clasificación de 20 cuerpos de agua andino-patagónicos (Argentina) en base a la estructura del fitoplancton estival. *Cryptogamie, Algol.* 11 (1): 31-46.
- Lund, J. W. G. 1954. The seasonal cycle of the planktonic diatom *Melosira italica* (Ehr.) Kutz. subsp. *suartica* O. Mull *Journal of Ecology*, 42: 151-179.
- Margalef, R. 1983. *Limnología*. Ediciones Omega, Barcelona, 1010 pp.
- Mariazzi, A. A., Donadelli, J. L., Arenas, P., Di Siervi, M. A. & Bonetto, C. 1992. Impact of a nuclear power plant on water quality of Embalse del Río Tercero Reservoir, (Córdoba, Argentina). *Hydrobiologia*, 246: 129-140.
- Quirós, R. & Drago, E. 1985. Relaciones entre variables Físicas, Morfométricas y Climáticas en Lagos Patagónicos. *Rev. de la Asoc. de Cs. Nat. del Litoral*, 16 (2): 181-199.
- Reynolds, C. S., Montecino, V., Graf, M. E. & Cabrera, S. 1986. Short-term dynamic of a *Melosira* population in the plankton of an impoundment in Central Chile.

- Journal of Plankton Research, 8:  
715-740
- Sastre, A. V., Santinelli, N. H., Otaño, S. H., Ivanissevich, M. E. & Ayes-tarán, M. G. En prensa. Diatom blooms and their relation with water supply. Verh. Internat. Verein. Limnol. 25 (466): 3535-3541.
- Sicko-Goad, L., Stoermer, E. F. & Fanenstiel, G. 1986. Rejuvenation of *Melosira granulata* (Bacillariophyceae) resting cells from the anoxic sediments of Douglas Lake, Michigan. I Light Microscopy and C<sup>14</sup> uptake. J. Phycol. 22: 22-28.
- Strickland, J. & Parsons, T. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Bull. Fish. Res. Board Canada, 167, 310 pp.
- Tundisi, J. G. 1986. Limnologia de Represas Artificiais. Boletim de Hidráulica e Saneamento. N° 2, São Paulo, 46 pp.
- Venrick, E. 1978. How many cells to count? En A. Sournia (ed.) Phytoplankton Manual. UNESCO, París: 167-180.
- Ward, J. V. & Stanford, J. A. 1979. Limnological considerations in reservoir operation: Optimization strategies for protection of aquatic biota in the receiving stream. En Proceedings of the Mitigation Symposium, Fort Collins, Colorado: 496-501.