

FLORACION DE *AULACOSEIRA GRANULATA* (EHR.) SIMONSEN (BACILLARIOPHYCEAE) EN EL CURSO INFERIOR DEL RIO CHUBUT, PATAGONIA ARGENTINA

VIVIANA SASTRE, NORMA SANTINELLI y MARÍA ELENA SENDIN
Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia – 9100 Trelew, Chubut, Argentina

(Con 5 figuras)

RESUMO

Floração de *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (Bacillariophyceae) no Curso Inferior do Rio Chubut, Patagônia Argentina

Os objetivos da pesquisa foram: 1) Determinar a variação quantitativa de fitoplâncton, em especial da diatomácea planctônica *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen; 2) Estudar a distribuição espacial no curso inferior do Rio Chubut e 3) Relacionar a distribuição temporal de *A. granulata* com os fatores ambientais (temperatura, pH, turbidez e caudal do rio). Esta espécie esteve presente durante todo o ano em todos os lugares de amostragem apresentando-se em forma de floração no verão.

A distribuição espacial no transcurso da floração mostra uma grande diferença na quantidade de células fitoplanctônicas entre os quatro primeiros lugares de amostragem e o último, sendo neste quase quatro vezes maior que nos anteriores. Os quatro fatores ambientais estudados são importantes para explicar o comportamento de *A. granulata*; sem dúvida, o mais influente em sua quantidade é a turbidez, observando-se um melhor desempenho com altos valores da mesma. O segundo fator importante é o caudal, registrando-se uma relação inversa com o número de células de *A. granulata*.

Palavras-chave: *Aulacoseira granulata*, floração, distribuição, morfologia, Rio Chubut.

ABSTRACT

Bloom of *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (Bacillariophyceae) in the Loer Run of Chubut River, Argentine Patagonia

The aims of this study were: 1) To determine the phytoplankton quantitative variations specially of the planktonic diatom *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen; 2) To analyze its spatial distribution in the lower run of Chubut River and 3) To relate the *A. granulata* distribution along the time with abiotic factors (temperature, pH, turbidity and flow). This species was present during all time in the totality of the sampled stations and produced a bloom in summer. The spatial distribution during the bloom showed a great difference in phytoplankton

Recebido em 9 de junho de 1992

Aceito em 26 de março de 1993

Distribuído em 30 de novembro de 1994

density, between the first four stations and the last station. At this site, the density was four times bigger than the others. The four environmental factors in study were important to explain the changes in *A. granulata* abundance; although the turbidity was the most influent. We observed the best development of *A. granulata* with high turbidity values. The second one was the flow. We registered an inverse relation between flow and *A. granulata* cell density.

Key words: *Aulacoseira granulata*, bloom, distribution, morphology, Chubut River.

INTRODUCCION

Las diatomeas constituyen un componente importante del fitoplancton de la mayoría de los ambientes acuáticos. La especie *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (= *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs), está presente normalmente en ambientes dulceacuícolas de zonas templadas.

Esta especie ha sido citada como obturadora de filtros, en abastecimientos de agua potable (Palmer, 1962).

En los meses de verano 1986/87 y 1987/88, las plantas potabilizadoras de las ciudades de Trelew y Puerto Madryn, sufrieron serias dificultades operativas en el sistema de filtración del agua, traducidas en un acortamiento de las carreras de sus filtros de arena.

Analizadas las muestras de agua cruda y decantada de las plantas, se comprobó que la obturación de los filtros era provocada por grandes concentraciones de diatomeas, principalmente de *A. granulata* (Sastre y Santinelli, 1986).

Izaguirre (en prensa), cita esta especie en el Embalse Florentino Ameghino en los años 1984 y 1985. La misma ha sido registrada por otros autores en diversos ambientes límnicos de la Patagonia Argentina: Thomasson (1963) en el Lago Nahuel Huapi, García de Emiliani (1973) en el Lago Mascarid y Luchini (1981) en el río Limay.

Los objetivos de este estudio fueron: 1) determinar las variaciones cuantitativas del fitoplancton, en particular de la diatomea planctónica *A. granulata*, 2) analizar su distribución espacial en el curso inferior del río Chubut y 3) relacionar la distribución temporal con los factores abióticos relevados (temperatura, pH, turbidez y caudal del río).

MATERIAL Y METODOS

Desde Noviembre de 1987 hasta Octubre de 1988, se analizaron muestras provenientes del lugar de la toma de agua de las plantas potabilizado-

ras en el río Chubut (Estación Trelew). La frecuencia de muestreo fue semanal en épocas de grandes concentraciones o quincenal cuando la situación era normal para las plantas potabilizadoras.

Se realizó también durante la floración estival un muestreo desde el Embalse Florentino Ameghino hasta la ciudad de Trelew, con un recorrido del río de aproximadamente 150 km, en cinco estaciones: Embalse Dique Ameghino, río en Dique Ameghino (a la salida del Embalse), Boca Toma, Gaiman y Trelew (Fig. 1).

Las muestras destinadas al análisis cualitativo se tomaron con red de 25 µm de apertura de malla y se fijaron con formol neutralizado al 4%. La observación se realizó con microscopio óptico Leitz y las mediciones celulares con ocular micro-métrico.

Se adoptó el criterio taxonómico de Thomasson (1963), considerándose a *Melosira granulata* y *M. pseudogranulata* como una única especie bajo la denominación de *M. granulata* (Ehr.) Ralfs (= *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen).

Para el análisis cuantitativo las muestras se tomaron con botella Van Dorn y se fijaron con solución de Lugol.

Los análisis cuantitativos se realizaron según el método de la alícuota tomada con micropipeta automática usando microscopio estandar (Semina, 1978).

Los datos físicos y químicos del agua correspondientes a los días de muestreo fueron suministrados por el Laboratorio de la Planta Potabilizadora de Puerto Madryn, con excepción del caudal que fue aportado por Agua y Energía Eléctrica.

La turbidez se midió con Turbidímetro Nefelométrico AV 311 con patrones de formacina y sus resultados se expresan en Unidades Nefelométricas de Turbidez (U.N.T.). El pH y la temperatu-

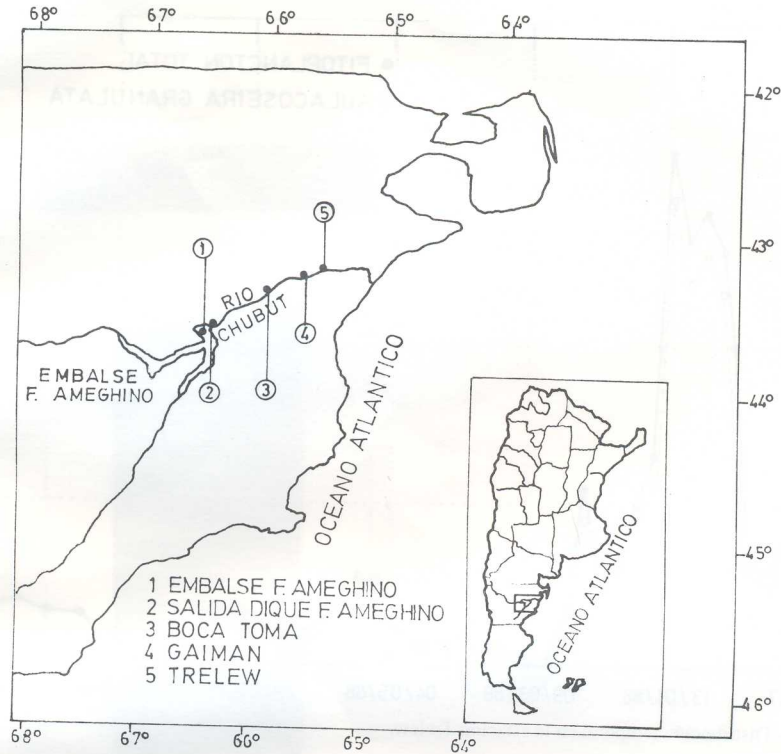


Fig. 1 — Ubicación geográfica del área de estudio.

ra (°C) se midieron con termopeachímetro Altro-nix.

El caudal del río se expresa en metros cúbicos por segundo (m^3/seg).

Los datos fueron procesados y analizados mediante el paquete estadístico Statgraphics.

Trabajando con los datos del período comprendido entre noviembre de 1987 y abril de 1988, se utilizó el procedimiento de regresión múltiple por etapas ("stepwise regression"). Con él se pretendió identificar, los factores que más influyen sobre la variabilidad de *A. granulata* en época de floración estival. La variable dependiente fue el ln del número de células representada por números enteros positivos que cubren un amplio rango (Steel y Torrie, 1985) y las variables independientes no transformadas, fueron los factores ambientales (temperatura, pH, turbidez y caudal). Se computaron los coeficientes de regresión parcial estandarizados para la comparación de sus efectos.

RESULTADOS

La distribución temporal del fitoplancton total y de *A. granulata* en la estación Trelew, a lo largo del período de estudio, se observa en la Fig. 2. El fitoplancton total tuvo valores máximos en los meses de Diciembre/87 y Enero/88, disminuyendo hacia fines del verano, registrándose en Marzo/88 el valor mínimo del período estudiado. Se manifestó a mediados de otoño un nuevo aumento, aunque de menor magnitud, disminuyendo hacia el invierno, para comenzar a aumentar nuevamente en primavera.

En cuanto a la distribución espacial del fitoplancton en Diciembre/87, se observa una tendencia al aumento de la densidad, aguas abajo del embalse, destacándose un cambio brusco entre las estaciones Gaiman y Trelew (a 20 km de distancia entre sí). En la estación Trelew, el valor encontrado fue casi cuatro veces mayor que el hallado en la estación Gaiman (Fig. 3).

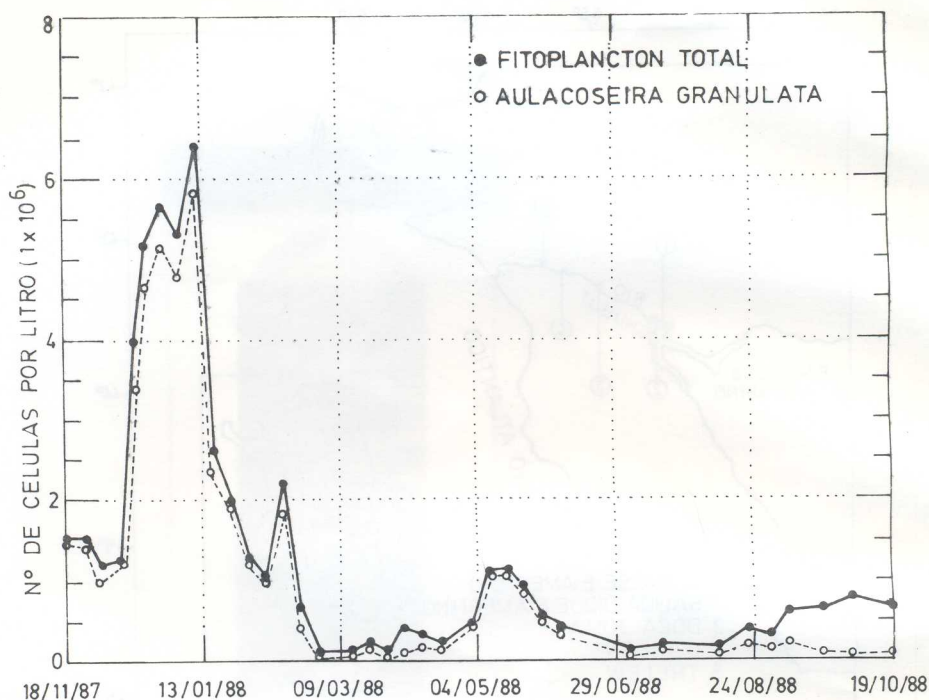


Fig. 2 — Distribución temporal en la estación Trelew.

A. granulata se manifestó en forma de floración en verano, constituyendo el 90,5% del total del fitoplancton y en otoño representando el 96% del total (Fig. 2).

En esta floración se presentó formando colonias en cadena, con un número normal de entre 4 y 8 células, más frecuentemente 6 por colonia, aunque se contaron colonias de hasta 12 células en Diciembre/87.

Cada célula midió entre 30 y 45 μm de largo (eje peralvar), por lo que una colonia formada por 6 células midió entre 180 y 270 μm , tamaño suficiente para producir la obturación de los filtros cuando apareció en grandes concentraciones.

A partir del mes de Agosto/88, el número de células totales por litro comienza a aumentar nuevamente. Sin embargo, *A. granulata* se mantiene con valores bajos, estando el fitoplancton representado principalmente por diatomeas Pennales.

En cuanto a los factores físicos y químicos del agua cruda, se observó que el pH varió entre 8,2 y 9,02. La turbidez presentó valores entre 8,6 y 39 U.N.T. La temperatura osciló entre 2,4°C registrada en Julio/88 y 21,9°C en Enero/88. El cau-

dal varió entre 29,6 m^3/seg en Abril/88 y 72,35 m^3/seg en Febrero/88.

La floración se registró durante el período de máximas temperaturas (Fig. 4).

La ecuación mínima cuadrática hallada mediante el análisis de regresión múltiple efectuado es:

$$\begin{aligned} \text{Ln}(\text{N}^\circ \text{ Cel./l}) = & -7.2385 - 0.0599 \text{ caudal} + \\ & 0.15294 \text{ turbidez} + 0.19468 \text{ temperatura} + \\ & 1.96599 \text{ pH} \end{aligned}$$

posee un R^2 del 92% y es altamente significativa puesto que el valor de F calculado del ANOVA para la regresión es de 38.68, valor que excede en mucho al tabulado ($F_{4, 13; .95} = 3.18$).

Las cuatro variables introducidas en el modelo proveen contribuciones significativas a la variabilidad del número de células, dado que todos los coeficientes de regresión parcial poseen valores F muy superiores al tabulado. Sin embargo, las de mayor peso son la turbidez y el caudal, cuyos coeficientes de regresión parcial estándar toman valores que duplican a los correspondientes a temperatura y pH (Tabla I). Siendo estos coeficientes adimensionales, la comparación entre ellos da una

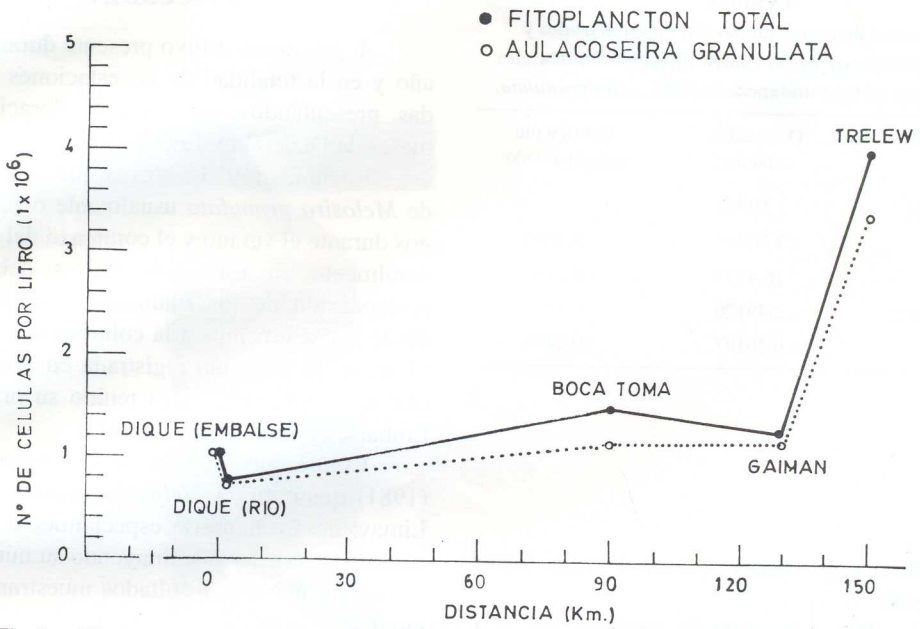


Fig. 3 — Distribución espacial durante la floración estival.

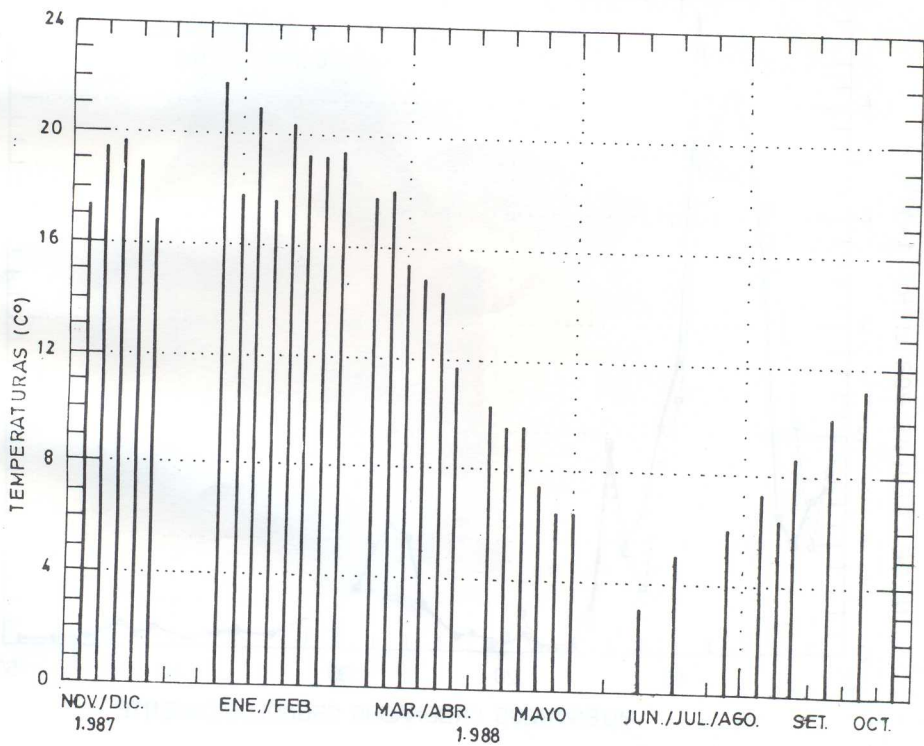


Fig. 4 — Temperaturas registradas durante el período de estudio.

TABLA I

Coefficientes de regresión parcial estandarizados y desviación estándar de las cuatro variables ambientales que influyen en la abundancia de *Aulacoseira granulata*.

Variable	Desviación estándar	Coefficiente estandarizado
Ln (n° cel.)	1.59716	
Turbidez	7.70945	0.7382
Caudal	16.4877	-0.6184
Temperatura	2.49176	0.3037
pH	0.20197	0.2486

medida de la importancia relativa de cada factor interviniente.

El modelo seleccionado permitió calcular valores estimativos del número de células por litro, los que se contrastan con los observados en la Fig. 5.

DISCUSION

A. granulata estuvo presente durante todo el año y en la totalidad de las estaciones muestreadas, presentándose en forma de floración en los meses de Diciembre, Enero y Mayo.

Reynolds (1973), afirma que las floraciones de *Melosira granulata* usualmente ocurren en largos durante el verano y el comienzo del otoño, generalmente en forma de pulsos debido a la resuspensión de los filamentos por turbulencia, desde los sedimentos a la columna de agua; posiblemente la floración registrada en el curso inferior del río Chubut, haya tenido su origen en el Embalse Florentino Ameghino.

Contrariamente a lo observado por Luchini (1981) quien cita a *Melosira granulata* en el río Limay, desarrollándose especialmente durante el período invernal y disminuyendo su número hacia el verano, nuestros resultados muestran un máximo desarrollo en el período estival.

Para esta época del año, la temperatura media fue de 19°C, coincidiendo con la temperatura óptima para las diatomeas (18°C a 30°C) que su-

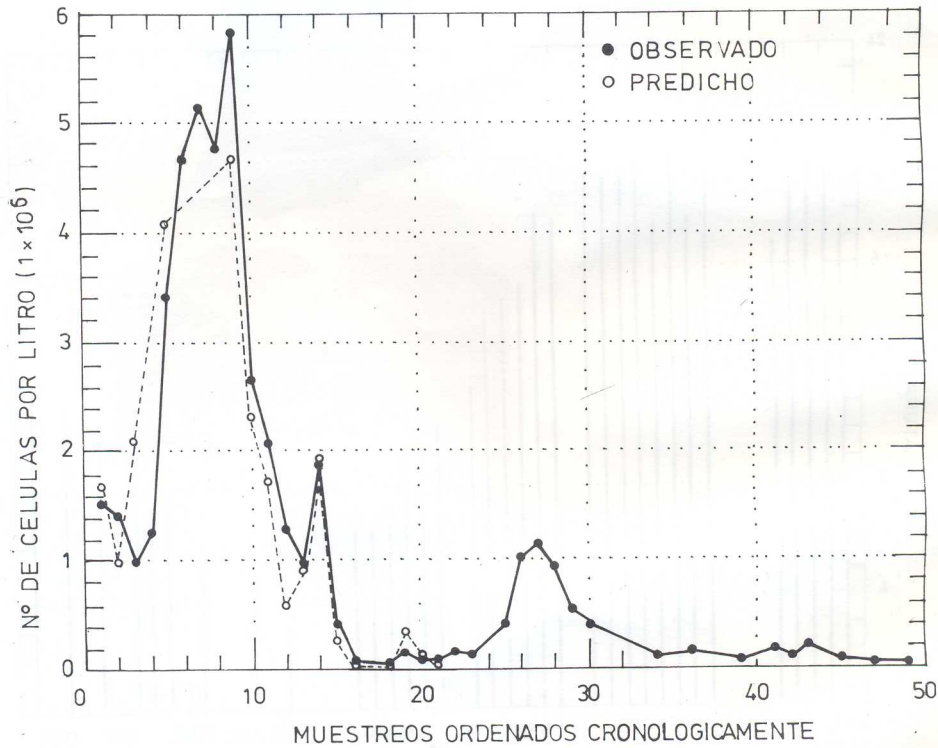


Fig. 5 — Comparación entre el número de células observado y el predicho por el modelo.

giere Cairns, en Palmer (1962). Patrick (1977) sostiene que esta especie tiene su mejor desarrollo en aguas cálidas.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el factor que más influye en la variabilidad de esta especie es la turbidez, observándose un mejor desarrollo con valores altos de la misma. Reynolds (1984) sugiere que *M. granulata* es menos sensible a la alta turbidez que otras especies de diatomeas; esto permitiría suponer una ventaja competitiva y un consecuente crecimiento de esta especie en estas condiciones.

El segundo factor en orden de importancia lo constituye el caudal, registrándose una relación inversa con el número de células de *A. granulata*.

En el río Limay (Luchini, 1981), por el contrario, el mayor número de *M. granulata* ocurre con los mayores caudales del río, bajo la influencia de la lluvia y la nieve, en invierno. Sin embargo esta crecida máxima anual trae como consecuencia una visibilidad nula en las aguas, las que en general son claras y límpidas. Esto último contribuiría a afirmar que esta especie se desarrolla mejor en aguas turbias.

Con respecto a la distribución espacial, debemos destacar que entre las estaciones Boca Toma y Trelew, hay un mayor asentamiento poblacional con desarrollo de actividades agropecuarias e industriales. No se descarta, por lo tanto, la existencia de factores antropogénicos que puedan influir en el crecimiento de *A. granulata*. Margalef (1983), cita esta especie como característica de ambientes medianamente eutrofizados; Wetzel (1975) y Reynolds (1984) la ubican entre las especies propias de lagos eutróficos presentes en verano y otoño.

Futuros estudios serán necesarios para interpretar la dinámica poblacional de *A. granulata* en el curso inferior del río Chubut, considerando la influencia que pueden ejercer otros factores como por ejemplo los nutrientes. Este análisis permitiría determinar si los factores causantes de las floraciones son naturales o antropogénicos y contribuiría a fijar pautas de manejo del río Chubut como fuente de agua potable.

Agradecimientos — Agradecemos a la Dra. Martha Ferrario de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata, al Prof. Lino Pizzolón de la Facultad de Ciencias Naturales de la U.N.P., Sede Esquel y al Ing. Guillermo Defossé del Centro Nacional Patagónico (CONICET) por la revisión crítica del manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- GARCIA DE EMILIANI, M. O., 1973, Ultraestructura y Polimorfismo de *Melosira pseudogranulata* A.CL. y Cambios en la Densidad de su Población en el Lago Mascardi. *Sociedad Científica Argentina sección Santa Fe*, 1: 7-16.
- IZAGUIRRE, I., en prensa, Comparative Analysis of the Phytoplankton of Six Lentic Environment from the Province of Chubut (Argentina). *Physis* (Buenos Aires).
- LUCHINI, L., 1981, Estudios Ecológicos en la Cuenca del Río Limay (Argentina). *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 12: 44-58.
- MARGALEF, R., 1983, Limnología. Ed. Omega, Barcelona, 1010 p.
- PALMER, M., 1962, Algas en Abastecimientos de Agua. Ed. Interamericana S.A., 84 p.
- PATRICK, R., 1977, Ecology of Freshwater Diatoms and Diatom Communities. In: (D. Werner, Ed.) *The Biology of Diatoms*, Botanical Monographs; Vol. 13 (10). Blackwell Sc. Pub. Oxford.
- REYNOLDS, C., 1973, The seasonal periodicity of planktonic diatoms in a shallow eutrophic lake. *Freshwater Biology*, 3: 89-110.
- REYNOLDS, C., 1984, The Ecology of Freshwater Phytoplankton. *Cambridge University Press*, Cambridge, 384p.
- SASTRE, V. y SANTINELLI, N., 1986, Informe Técnico para la Cooperativa de Servicios Públicos Ltd. de Puerto Madryn y la Planta Potabilizadora de la Municipalidad de Trelew. 5 p.
- SEMINA, H., 1978, Using the Standard Microscope. Treatment of an Aliquot Sample. In: (A. Sournia, Ed.) *Phytoplankton Manual*, Monographs on Oceanographic Methodology 7. UNESCO.
- STEEL, R. y TORRIE, J., 1985, Bioestadística: Principios y Procedimientos. Editorial McGraw-Hill Latinoamericana, S.A., Bogotá, 622 p.
- THOMASSON, K., 1963, Araucanian Lakes. Plankton Studies in North Patagonia, with Notes on Terrestrial Vegetation. *Acta Phytogeographica Suecica*, 47: 1-139 p.
- WETZEL, R. G., 1975, Limnology. W.B. Saunders Company, Philadelphia, 743 p.