

CAMBIOS ESPACIALES Y TEMPORALES DEL FITOPLANCTON EN EL EMBALSE RÍO HONDO (ARGENTINA)

Por BEATRIZ C. TRACANNA⁽¹⁾, CLAUDIA T. SEELIGMANN⁽²⁾, VIRGINIA MIRANDE⁽³⁾, LIDIA B. DE PARRA⁽⁴⁾, MARTA T. DE PLAZA⁽⁵⁾, FRANCISCO M. MOLINARI⁽⁶⁾

Summary *Spatio-temporal changes of phytoplankton on the Río Hondo dam (Argentina).* The purpose of this paper was to evaluate the degree of specific abundance and diversity of the phytoplankton, based on its relationship with some physico-chemical variables. This research was performed in the limnetic area of the Río Hondo Dam and the area of the outlets of the rivers Salí and Gastona over the period comprising 1994 and 1995. The results exhibited a significant spatial (limnetic zone and rivers) and temporal (before and during sugar cane cropping) difference. The tributary rivers were characterized by a predominance of pennate diatoms and limnetic zone by centric diatoms. During the period of maximum degree of pollution of the river mouths, an increase of nutrients, anoxia and highly increased values of DBO_5 and the presence of euglenides were observed. In 1995, the "blooming" of *Microcystis aeruginosa* and *Anabaena flos-aquae* took place for the first time, specially in the limnetic area. The result of the analyses, based on the grouping of the variables of the period comprising 1992-1995, allowed us to differentiate the areas mentioned above, while the analysis of correspondence emphasized a significant degree of pollution. These results put the importance of the phytoplankton into evidence, when the characterization of different zones is intended.

Key words: Limnología - Fitoplancton - Contaminación - Embalse - Noroeste Argentino.

INTRODUCCIÓN

El embalse Río Hondo se ubica a 27° 30' S y 65° 00' W, en plena llanura tucumana, sobre sedimentos limosos de baja cohesión del Cuaternario, siendo su lecho del tipo arcilloso-limo-arenoso. Es de forma subtriangular, de 34.000 ha de extensión, 25 m de profundidad máxima, con una capacidad volumétrica de 1.600 hm³. La región se caracteriza por un clima subhúmedo-húmedo, con precipitaciones abundantes de diciembre a marzo. Por su comportamiento térmico se lo incluye dentro del tipo monomítico-cálido (Locascio *et al.*, 1997; Tracanna *et al.*, 1996).

Desde 1992 a 1995 se llevaron a cabo estudios limnológicos en el embalse Río Hondo (Tucumán-Santiago del Estero, Argentina), tendientes a evaluar el grado de contaminación antrópica generada por las actividades azucareras, alcoholeras, citrícolas, mataderos, papelera, etc. (Amoroso, 1996; Mirande *et al.*, 1995, 1996; Romero *et al.*, 1994, 1997; Seeligmann *et al.*, 1996; Tracanna *et al.*, 1994, 1996 (a) y (b)).

En este trabajo se dan a conocer los resultados de abundancia y diversidad específica del fitoplancton superficial y de algunas variables físico-químicas de la zona limnética y desembocaduras de los ríos Salí y Gastona para los años 1994-1995. Los correspondientes al período 1992-1993 se encuentran en Tracanna *et al.*, 1994. Asimismo, se exponen los resultados del análisis estadístico de las variables abióticas y bióticas para el período 1992-1995.

MATERIAL Y MÉTODO

Las muestras superficiales destinadas al estudio cuantitativo del fitoplancton fueron colectadas con botellas de 1.500 cm³ en 3 estaciones (zona limnética y desembocaduras de los ríos Salí y Gastona) (Fig. 1), durante los años 1994-1995. Estas fueron tomadas considerando los períodos de prezafra: marzo a junio, y zafra azucarera: julio a octubre. El recuento se realizó empleando la técnica de Utermöhl (1958), no superando un error mayor al 20 %. Se analizaron abundancia y diversidad específica del fitoplancton (Shannon y Weaver, 1963). Los parámetros químicos seleccionados estuvieron relacionados a la contaminación orgánica (oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), nitratos y ortofosfatos). La metodología utilizada

⁽¹⁻⁶⁾ Instituto de Limnología del Noroeste Argentino (ILINOA) Fac. de Cs. Naturales e I.M.L. de la U.N.T.; ⁽¹⁾ Fundación Miguel Lillo y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán, 4.000 Tucumán, Argentina.

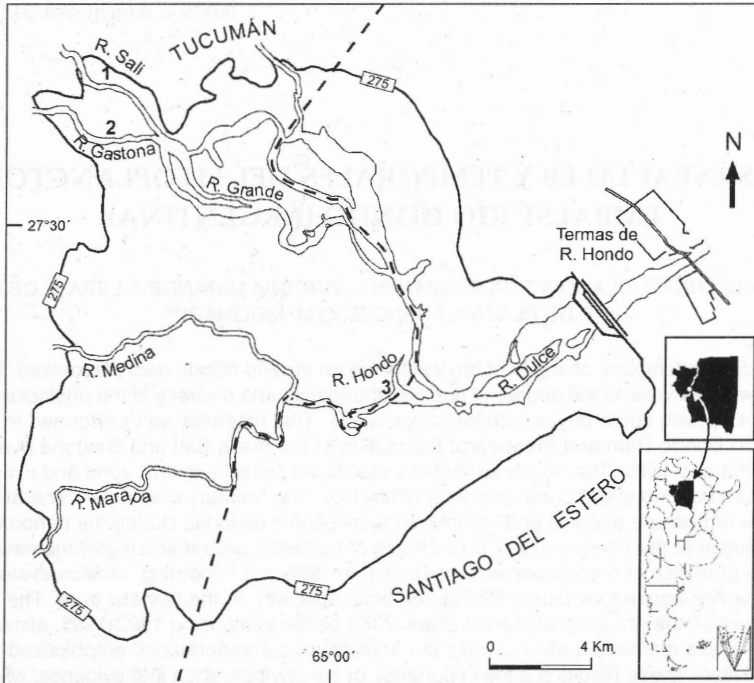


Fig. 1.-Embalse Río Hondo. 1: desembocadura del río Salí; 2: desembocadura del río Gastona; 3: zona limnética.

fue la descrita en APHA (1992). La temperatura y pH se midieron "in situ" con termómetro y peachímetro digital Altronix.

De la matriz original de datos (104 especies) se seleccionaron 36, teniendo en cuenta tres criterios: 1) frecuencia ($> \text{o} = 4$ muestras); 2) y/o abundancia ($> \text{de } 2.000 \text{ ind l}^{-1}$) y 3) coeficiente de correlación de Pearson, eliminándose aquellas correlacionadas a un nivel de significación de 0,01. De esta manera, los ambientes se pudieron caracterizar con pocos taxa.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el método de agrupamiento, empleando un coeficiente de similitud coseno, mediante ligamento promedio UPGM y de ordenación indirecto (análisis de correspondencia) (CA) del programa NTSYS-pc (1993), a través de los datos transformados logarítmicamente de abundancia de especies y de las variables físico-químicas del período 1992-1995.

RESULTADOS

La concentración de oxígeno disuelto obtuvo su máximo registro en la "olla" con 8 mg l^{-1} (3/94) y su mínimo en las desembocaduras de los ríos con 0 mg l^{-1} durante la época de zafra (9/94, 10/94, 7/95, 9/95). La DBO_5 fluctuó entre $3,5 \text{ mg l}^{-1}$ en la zona limnética (3/94) y 172 mg l^{-1} en el río Salí (9/95).

Los fosfatos y nitratos obtuvieron sus máximos valores en setiembre de 1995 con $3,74 \text{ mg l}^{-1}$ (Gastona) y 405 mg l^{-1} (Salí) respectivamente. La temperatura del agua varió entre 12 y $27 \text{ }^\circ\text{C}$ y el pH se mantuvo dentro de la neutralidad. Los valores promedios y desviación standard de las variables físico-químicas se presentan en la tabla 1.

El análisis de correspondencia utilizando las variables físico-químicas (Fig. 2), ordenó a las muestras de acuerdo a un gradiente de contaminación en el sentido del eje Y, influyendo principalmente en esta distribución el oxígeno disuelto y la demanda bioquímica de oxígeno. Los elevados registros de nitratos separaron un tercer grupo, hacia la derecha del eje X, formado por las muestras correspondientes a setiembre de 1995.

La abundancia algal para las épocas de prezafra y zafra azucarera varió entre 9.200 (3/94) y 214.520 (9/95) ind l^{-1} en la zona limnética "olla", dominando en general las Bacillariophyceae, seguidas por las Chlorophyta y/o Cyanophyceae (Fig. 3 A) En las desembocaduras de los ríos, para las mismas épocas del año, el número de individuos osciló entre 16.240 (3/94) y 41.980 (9/95) ind l^{-1} en el río Gastona (Fig. 3 B) y entre 15.260 (3/94) y 33.720 (9/95) ind l^{-1} en el río Salí (Fig. 3 C). En las tres estaciones los valores máximos correspondieron a la zafra

Tabla 1: Valores medios y desviación standard de las variables físico-químicas y clorofila a

	EMBALSE				RÍOS				SALÍ			
	PREZAFRA		ZAFRA		GASTONA		ZAFRA		PREZAFRA		ZAFRA	
	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
Temp. (°C)	14,3	6,1	18,2	2,4	18,3	7,8	21	4,9	17,7	6	19,7	4,6
pH	5	0,3	7,5	0,4	7,4	0,2	6,8	0,5	7,7	0,2	6,8	0,5
OD (mg l ⁻¹)	5,3	0,6	7,9	0,9	6,5	0,4	0	0	7,7	0,7	0	0
DBO ₅ (mg l ⁻¹)	2,9	0,9	37,8	41,9	4,8	2,9	192	98,6	5,4	1,9	236,4	542
NH ₄ (mg l ⁻¹)	1,6*		1,6	2,4	1,2*		1	0,7	0,2*		1	0,9
NO ₂ (mg l ⁻¹)	0,3*		0,1	0,7	0,2*		0,1	0,1	0,2*		0	0,1
NO ₃ (mg l ⁻¹)	0	0	41,3	83,4	0	0	68	204	0	0	136,4	236,6
PO ₄ (mg l ⁻¹)	1,1	0,3	2,6	0,7	0,5	0,2	4	2,2	0,8	0,1	4,1	0,8
Clor.a (mg l ⁻¹)	1,1	1,2	17,3	23,2	1,4	0,7	2,9	2,9	1,3	0,5	1,8	0

* valores únicos

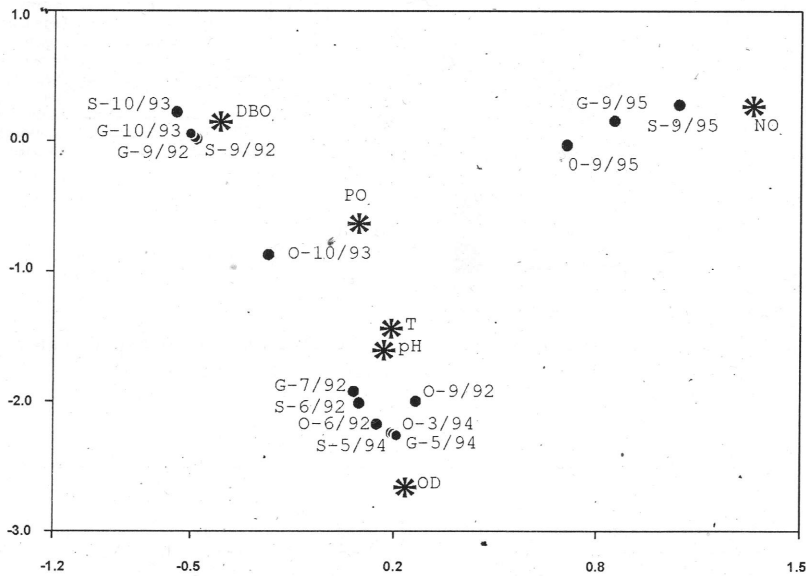


Fig. 2.- Análisis de correspondencia basándose en las variables físico-químicas. O: zona limnética; S: río Salí; G: río Gastona; DBO₅: demanda bioquímica de oxígeno; NO₃: nitratos; OD: oxígeno disuelto; pH; PO₄: fosfatos; T: temperatura del agua.

azucarera. En los ríos dominaron las diatomeas, excepto en el Gastona en setiembre de 1995, las que fueron superadas por las Euglenophyta.

La diversidad específica fue mayor en los ríos que en la zona limnética. En ésta varió, para los años 1994-1995, entre 1,2 (9/95) y 2,5 (3/94), y en el Salí osciló entre 3,1 (3/94) y 3,4 (9/95) y en el Gastona entre 3,3 (3/94) y 3,6 (9/95). El valor mínimo se dio en la "olla" durante la zafra de 1995, mientras que en los ríos no se observaron diferencias notables entre prezafra y zafra azucarera.

Los resultados del análisis de agrupamiento (Fig. 4), evidenciaron para la clasificación de las mismas dos grupos (A y B) a un nivel de 0,30, separando las que fueron más abundantes en la zona limnética de las de los ríos. Entre las especies características de la olla (A) se diferenciaron dos subgrupos: aquellas que se desarrollaron principalmente en la zona limnética en marzo de 1994 (AI) con *Monoraphidium pusillum*, *Merismopedia punctata*, *Anabaena flos-aquae*, *Eudorina elegans* y *Microcystis aeruginosa*, dominando estas tres últi-

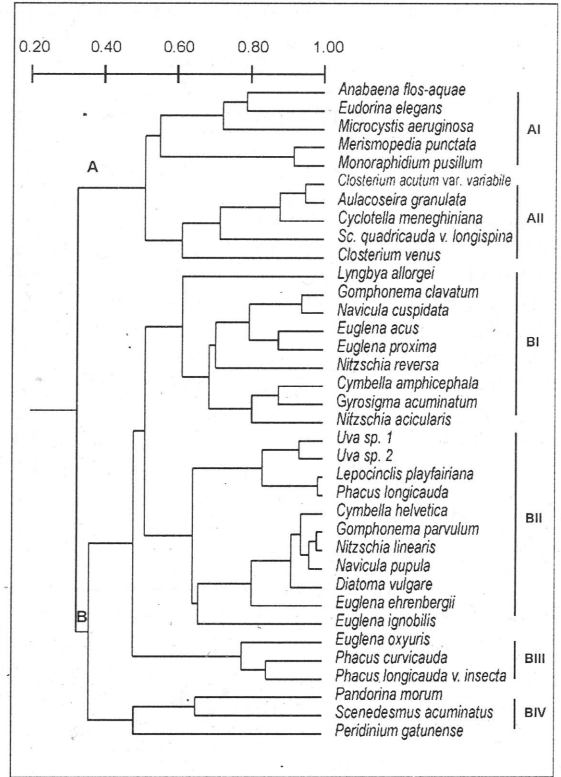
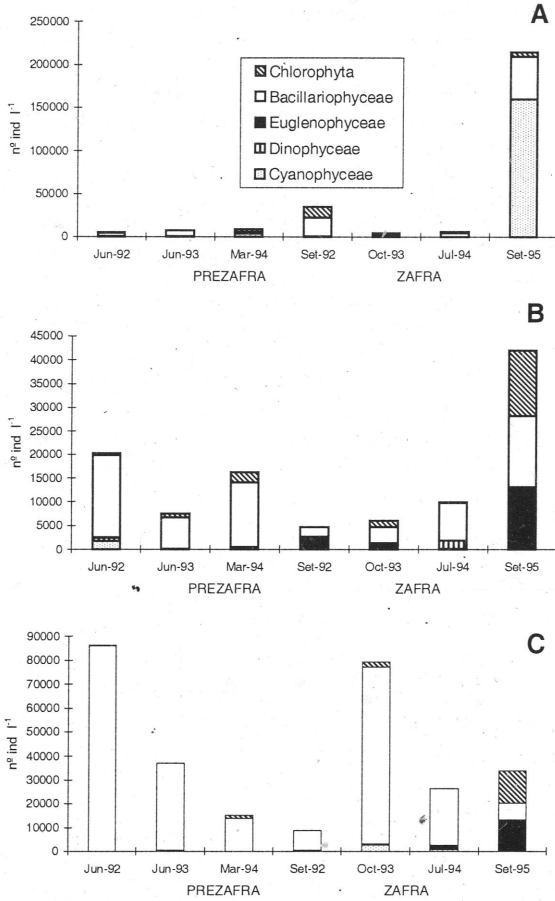


Fig. 3.- Abundancia algal en: A: embalse; B: río Gastona y C: río Salí.

Fig. 4.- Dendrograma correspondiente al análisis de agrupamiento entre especies.

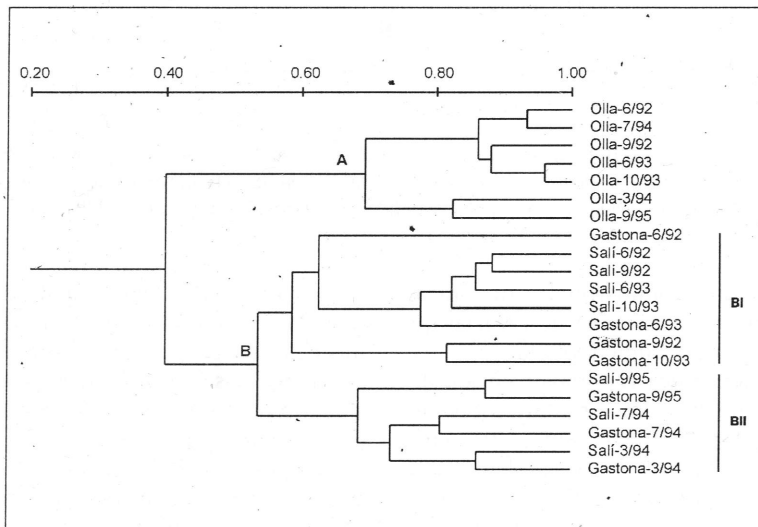


Fig. 5.- Dendrograma correspondiente al análisis de agrupamiento entre estaciones.

mas. El subgrupo AII incluyó las especies que se desarrollaron de manera ininterrumpida en ríos y zona limnética con predominio de *Cyclotella meneghiniana* (6/92) y *Aulacoseira granulata* (9/92 y 9/95), respectivamente. Dentro de las especies características de los ríos (B) se distinguieron las que se desarrollaron durante todo el período estudiado (1992-1995) (BI). Caracterizaron a esta comunidad *Gomphonema clavatum*, *Navicula cuspidata*, *Nitzschia acicularis* y *Euglena proxima*. BII estuvo formado por especies de los años 1994-1995, destacándose las *Uva* en ambos ríos, principalmente en setiembre del último año. Las tres especies del subgrupo BIII: *Euglena oxyuris*, *Phacus curvicauda* y *Phacus longicauda* var. *insecta*, tuvieron un mayor crecimiento en épocas contaminadas particularmente en el río Gastona. El último subgrupo de B (BIV) nucleó especies que se desarrollaron en los ríos y en la olla pero sin un comportamiento definido.

Las estaciones, a través del análisis de agrupamiento, se separaron en zona limnética (A) y ríos (B). En el grupo B se diferenciaron a su vez las muestras de los años 1992 - 1993 (BI) de 1994 - 1995 (BII) (Fig. 5).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los resultados de los análisis físico-químicos y biológicos (abundancia y diversidad algal) evidenciaron dos ambientes claramente definidos: zona limnética y ríos y destacaron una variabilidad temporal entre prezafra y zafra. El período de mayor contaminación estuvo caracterizado particularmente por el aumento de nutrientes, anoxia y altos registros de DBO₅, especialmente en las desembocaduras de los ríos. El análisis de agrupamiento de especies confirmó la existencia de las dos áreas antes mencionadas.

Los bajos registros de densidad algal fueron observados también en otros cuerpos de agua de la región por Tracanna y Seeligmann (1992), quienes citan para el embalse Dr. C. Gelsi (ex El Cadillal) valores totales que oscilaron entre 1.740 y 389.232 ind l⁻¹.

La época de zafra se destacó por la presencia de euglénidos en las desembocaduras de los ríos. En este período, para 1995, *Microcystis aeruginosa* y *Anabaena flos-aquae* se manifestaron por primera vez como floración, particularmente en la zona limnética. Cabe señalar que este año fue excepcional, registrándose una marcada sequía, lo que obligó a los agricultores a utilizar el agua de los ríos para riego reciclando la misma. Esta técnica provocó el continuo lavado de fertilizantes, vertiéndolos directamente a los cursos de agua, causando un aumento considerable de los nitratos y el crecimiento desmedido de Cianobacterias. En esta oca-

sión la "olla" no pudo actuar como atenuadora del impacto de la actividad industrial.

Asimismo, la diferencia observada en la comunidad fitoplanctónica de los ríos para 1992-1993 con respecto a 1994-1995 se debió, principalmente en estos últimos años, a la presencia de: *Cymbella helvetica*, *Diatoma vulgare*, *Euglena ehrenbergii*, *Euglena ignobilis*, *Gomphonema parvulum*, *Lepocinclis playfairiana*, *Navicula pupula*, *Nitzschia linearis*, *Phacus longicauda*, *Uva* sp. 1 y *Uva* sp. 2.

Estos resultados pusieron de relieve la importancia del fitoplancton en la caracterización de ambientes.

BIBLIOGRAFÍA

- APHA. 1992. *Standard methods for the examination of waters and waste-waters*. 18th. Ed. Amer. Publ. Health Asoc. Washington.
- MIRANDE, V. & B.C. TRACANNA. 1995. Estudio cualitativo del fitoplancton del embalse Río Hondo (Argentina) I. *Cryptogamie, Algol.* 16 (4): 211-232.
- MIRANDE, V., B.C. TRACANNA & C.T. SEELIGMANN. 1996. Fitoplancton superficial del embalse Río Hondo (Noroeste Argentino) I: zona limnética. *Actas del IV Congreso Latinoamericano, II Reunión Ibero-Americana, VII Reunión Brasileira de Ficología*, Brasil.
- ROMERO, N., M. PAEZ & R. CUEVAS. 1994. Evaluación bienal de la contaminación del dique de Río Hondo. *Tankay*, 1: 329-330.
- M.J. AMOROSO & B.C. TRACANNA. 1997. Estudio de la carga orgánica y bacteriana en el embalse Río Hondo (Tucumán y Santiago del Estero, Argentina). *Miscelanea* 103. F. M. L.: 1-10.
- SEELIGMANN, C., V. MIRANDE & B.C. TRACANNA. 1996. Fitoplancton superficial del embalse Río Hondo (Noroeste Argentino) II: ríos Salí y Gastona. *Actas del IV Congreso Latinoamericano, II Reunión Ibero-Americana, VII Reunión Brasileira de Ficología*, Brasil.
- SHANNON, C.E. & W. WEAVER. 1963 *The mathematical theory of communication*. Univ. Illinois Press Urbana, 177 pp.
- TRACANNA, B.C. & C.T. SEELIGMANN. 1992. Limnología del embalse El Cadillal (Tucumán-Argentina). III: Estudio cuantitativo del fitoplancton. *Lilloa* XXXVIII, 1: 65-74.
- V. MIRANDE & C. SEELIGMANN. 1994. Variaciones del fitoplancton superficial del embalse Río Hondo (Tucumán-Santiago del Estero, Argentina), en relación a la actividad azucarera. *Tankay* 1: 80-82.
- C. SEELIGMANN & V. MIRANDE. 1996. Floración de algas azules en el embalse Río Hondo (Noroeste Argentino). *Actas del IV Congreso Latinoamericano, II Reunión Ibero-Americana, VII Reunión Brasileira de Ficología*, Brasil.
- C. SEELIGMANN & V. MIRANDE. 1996. Estudio comparativo de la comunidad fitoplanctónica de dos embalses del Noroeste Argentino. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 27 (1):13-22.
- UTERMÖHL, H. 1958. *Zur vervollkommung der quantitativen phytoplankton methodik*. *Mitt. Int. Ver. Limnol.*, 9: 1-38.