

Algas fitoplanctónicas del río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina) y su relación con los factores ambientales

María Elisa Luque y Ana L. Martínez de Fabricius

Dpto. Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, UNRC. Ruta 36, Km 601, (5800) Río Cuarto, Córdoba.

R E S U M E N — María Elisa Luque y Ana L. Martínez de Fabricius. 2003. Distribución temporal de algas fitoplanctónicas en el río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina). *Lilloa* 42 (1-2). El objetivo de esta investigación fue analizar las variaciones temporales en la composición y abundancia de las algas plantónicas en el río Piedra Blanca, así como la influencia de los factores ambientales sobre los biológicos durante un ciclo anual. Las muestras fueron recolectadas mensualmente desde junio de 1988 a junio de 1989, en un punto seleccionado del río Piedra Blanca. Se registraron simultáneamente parámetros físicos e hidráulicos. Se identificaron 220 taxa, 10 Cyanophyceae, 36 Chlorophyceae, 171 Bacillariophyceae, 1 Euglenophyceae y 2 Dinophyceae. La densidad del fitoplancton osciló entre 2 org.ml⁻¹ en el mes de junio de 1988 y 425 org.ml⁻¹ en junio de 1989. La clase Bacillariophyceae contribuyó con la mayor densidad representando un 93%. Las especies *Cocconeis placentula* var. *lineata*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Melosira varians* y *Synedra ulna* constituyeron el mayor aporte a la densidad fitoplanctónica. Las Chlorophyceae predominaron durante los meses de verano. El pH, conductividad y sólidos disueltos permitieron explicar las variaciones de número de especies y densidad de organismos.

Palabras clave: Río, Cyanophyceae, fitoplancton, comunidad, Bacillariophyceae, Chlorophyceae.

S U M M A R Y — María Elisa Luque y Ana L. Martínez de Fabricius. 2003. Fitoplankton temporal distribution in Piedra Blanca River (Córdoba, Argentina). *Lilloa* 42 (1-2). The aim of this investigation was to analyze the seasonal variation in the composition and abundance of the planktonic communities of the River Piedra Blanca and the influence of the environmental factors about the biological during an annual cycle. Monthly samples were collected from June 1988 to June 1989, at selected site of the river Piedra Blanca. In the phytoplanktonic communities, 220 taxa were identified, 10 Cyanophyceae, 36 Chlorophyceae, 171 Bacillariophyceae, 1 Euglenophyceae and 2 Dinophyceae. The density of the fitoplankton oscillated between 2 org.ml⁻¹ (June 1988) and 425 org.ml⁻¹ (June 1989). Bacillariophyceae contribution a 93% to the phytoplanktonic density, whereas *Cocconeis placentula* var. *lineata*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Melosira varians* and *Synedra ulna* were the greatest contribution to phytoplanktonic density. Chlorophyceae predominated during summer. The pH, conductivity and dissolved solids explain the variations of the number of species and density of the organisms.

Key words: River, Cyanophyceae, Fitoplankton, Community, Bacillariophyceae, Chlorophyceae.

Introducción

El estudio de la estructura y dinámica de la comunidad algal en ríos es complejo debido a la interacción entre variables geomorfológicas, hidrológicas y bióticas que operan en una escala de amplio rango e influyen en la dinámica trófica y ciclo de nutrientes (Rout & Gaur, 1994). La conformación de asociaciones algales en un río son el re-

sultado de la totalidad de condiciones ambientales, y pueden así reflejar la estructura y el funcionamiento del ecosistema (Sabater *et al.*, 1988). En sistemas lóticos el tiempo de residencia del agua es un factor importante para el crecimiento de las algas suspendidas. Existen evidencias que la abundancia y diversidad específica de las

algas planctónicas tiende a aumentar río abajo, sin embargo el fitoplancton nunca está confinado a una extensión particular del río (Hynes, 1970).

En Argentina, la mayoría de los estudios de la comunidad fitoplanctónica se ha efectuado en ríos de gran embargadura como el Paraná y Paragüay (Anselmi de Manavella & García de Emiliani, 1995; Zalocar de Domitrovic, 1992). En la provincia de Buenos Aires se han efectuado estudios ecológicos sobre fitoplancton en los ríos Salado y Samborombón (O'Farrell, 1993; Solari, 1995) y ríos contaminados, como Luján y Matanza-Riachuelo (Conforti *et al.*, 1995; Del Giorgio *et al.*, 1991).

En la provincia de Tucumán las investigaciones en ríos ponen de manifiesto la eficacia del uso de algas planctónicas como bioindicadoras para evaluar la calidad del agua (Mirande *et al.*, 1999; Seeligmann *et al.*, 2001). Investigaciones realizadas en la provincia de Córdoba, en las cuencas de los ríos Tercero y río Cuarto han aportado al conocimiento florístico y bioecológico. Estos estudios han contribuido además a ampliar las características autoecológicas de las especies (Luque *et al.*, 1997; Luque & Martínez de Fabricius, 2000; Martínez de Fabricius, 1995; Martínez de Fabricius *et al.*, 2003; Martínez de Fabricius & Corigliano, 1989; Martínez de Fabricius & Gari, 1996).

El objetivo de esta investigación es analizar la composición y abundancia de las algas planctónicas en el río Piedra Blanca, así como la influencia de los factores ambientales durante un ciclo anual.

Material y Método

El sitio de muestreo se ubica en un punto del río Piedra Blanca en la localidad del mismo nombre, ubicado en la pedanía San Bartolomé, Departamento de Río Cuarto, entre los 32° 54'S y 64°

50'O, a una altitud de 618 msnm. situado a 8 Km aguas arriba de la confluencia de los ríos Piedra Blanca y Las Cañitas y distante unos 70 km de la ciudad de Río Cuarto (Fig. 1).

Es uno de los ríos más importantes de la provincia de Córdoba, junto con el río Tercero integran la cuenca exorreica del Carcaraña. Según Strahler (1981) de 5° orden, posee una longitud de 85 km, un ancho medio de 15 m, una profundidad que oscila entre 0.5 a 0.6 m, a excepción de las épocas de crecientes, donde suele alcanzar profundidades medias de 1 m. Este curso de agua posee un régimen hídrico de tipo pluvial, con un caudal anual de 3.524 m³ seg, en el sustrato predominan bloques y guijarros, con tramos muy turbulentos o rabiones, que alternan con remansos.

La recolección de las muestras se realizó mensualmente durante el período comprendido entre junio de 1988 y junio de 1989. Se analizó un total de 13 muestras cuantitativas del fitoplancton obtenidas por filtración de 100 litros de agua a través de una red de plancton de 25 µm de diámetro de poro, entre los 10 y 40 cm de profundidad, en el cauce central del río. Simultáneamente se registraron parámetros fisicoquímicos e hidráulicos: temperatura y pH mediante el uso de P. Altronix M-206 y la conductividad con sensor Altronix CT2, sólidos disueltos, velocidad de corriente (mediante el uso de un objeto desplazado por el agua: flotador) y caudal.

Las muestras fijadas con formaldehído al 4% y rotuladas se incorporaron al Herbario del Departamento de Ciencias Naturales de la Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales de la UNRC, con la sigla RCC. Las determinaciones se realizaron con un microscopio óptico Zeiss Lab. 16 y la bibliografía consultada consta en Luque y Martínez de Fabricius (2000). El total de las especies determinadas se ordenó según Bourrelly (1981, 1985,

1990) para las Cyanophyceae, Chlorophyceae, Dinophyceae y Euglenophyceae y según Simonsen (1979) para las Bacillariophyceae.

Para las diatomeas se procedió a la eliminación de la materia orgánica siguiendo el método de Hasle & Fryxell (1970) y se realizaron preparados diatomológicos permanentes según técnicas recomendadas por Hasle (1978), utilizando Hyrax como medio de montaje. Los recuentos se realizaron por transectas según el método propuesto por Villafañe & Reid (1995) y los valores se expresan en promedios de los cálculos realizados.

Se calculó el índice de diversidad: H (Shannon & Weaver, 1963) y el componente de equitatividad: E . Se determinaron los estadísticos descriptivos de las variables fisicoquímicas y biológicas, comprobándose su normalidad mediante la prueba de χ^2 -cuadrado (Sokal & Rohlf, 1979). En caso de distribuciones no normales, los datos fueron transformados logarítmicamente (logaritmo decimal). La relación entre variables se analizó a partir de los coeficientes de correlación lineal simple (r de Pearson) y los parámetros de las ecuaciones de regresión lineal. Para el análisis de la influencia de los

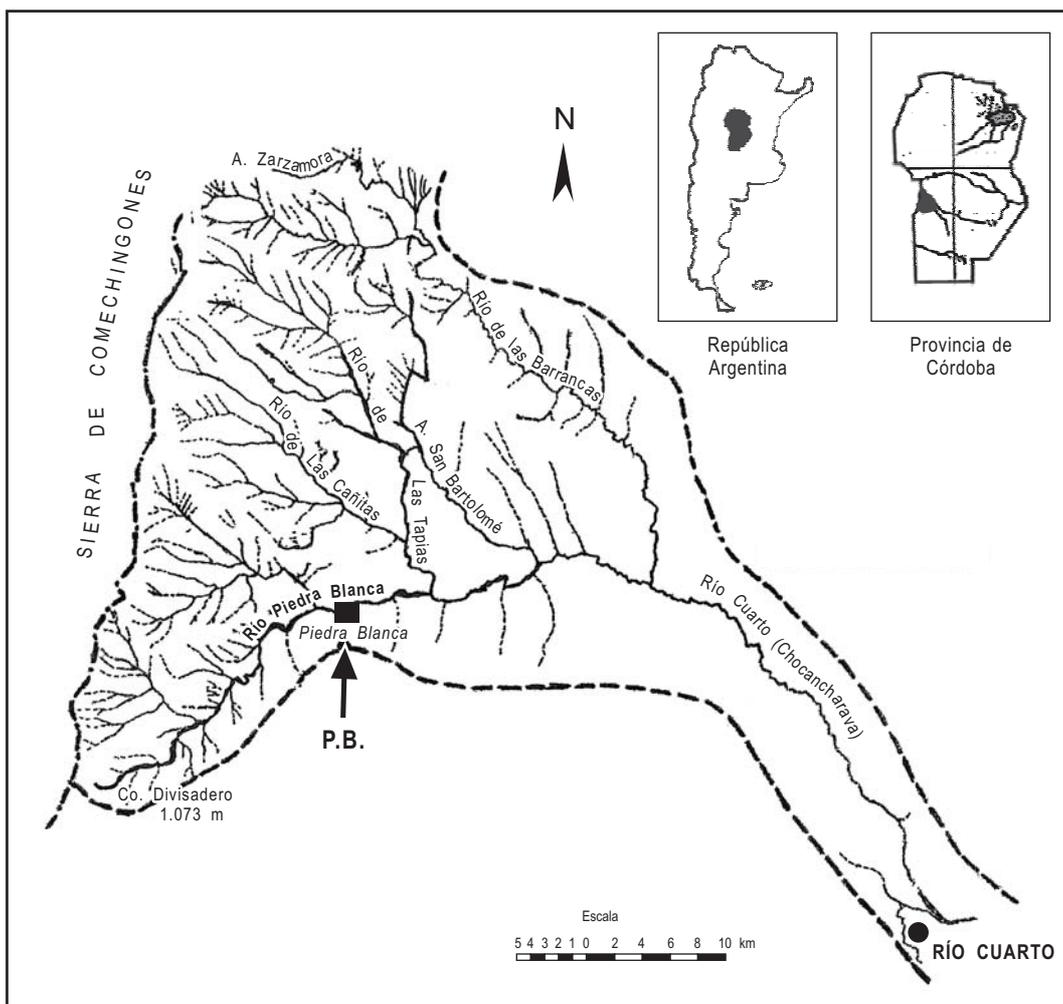


Fig. 1. Cuenca hidrográfica del río Cuarto. Localidad de muestreo en el río Piedra Blanca.

Meses	T°C agua	T°C aire	pH	Cond. $\mu\text{S cm}^{-1}$	SD Ppm	Caudal $\text{m}^3.\text{seg}^{-1}$	Vel. Corriente m seg^{-1}	Prec. mm
Jun. 88	10,0	14,0	7,6	177,5	177,0	0,70	0,50	5,5
Jul.	6,0	11,0	7,7	182,7	120,0	0,70	0,40	4,5
Ago.	15,0	20,0	7,2	277,4	120,0	0,57	0,40	3,0
Sep.	14,0	16,0	7,4	204,9	100,0	0,90	0,50	33
Oct.	23,0	27,0	8,5	166,7	180,0	0,69	0,40	2,0
Nov.	23,0	26,0	8,5	222,3	130,0	0,79	0,25	27
Dic.	24,5	27,0	7,5	124,6	70,0	0,92	0,33	152
Enc.	17,0	16,0	6,5	166,0	90,0	0,70	0,33	57
Feb.	28,0	32,0	7,7	92,1	80,0	1,00	0,33	51
Mar.	18,0	19,9	7,2	141,6	100,0	1,40	0,66	242
Abr.	15,0	19,0	7,5	189,1	90,0	0,96	0,33	18
May.	10,0	9,0	7,1	126,7	90,0	0,84	0,40	36
Jun. 89	10,0	12,0	7,5	127,6	100,0	0,60	0,40	0,0

Cuadro 1. Registros mensuales de variables fisicoquímicas e hidrológicas en el río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina) año 1988-1989. *Referencias:* Cond.: Conductividad ($\mu\text{S cm}^{-1}$); SD: Sólidos disueltos (ppm); Caudal: ($\text{m}^3 \text{seg}^{-1}$); Vel. Corriente: ($\text{m}^3 \text{seg}^{-1}$); Prec.: Precipitaciones (mm). Según registros propios.

parámetros ambientales sobre los descriptores biológicos se utilizó el análisis de correlación múltiple.

Resultados

Las variaciones estacionales del caudal están determinadas por las pre-

cipitaciones, las que durante el año de estudio oscilaron entre 242 mm en marzo y 0 mm en junio de 1989

El caudal registrado varió entre $0,57 \text{ m}^3 \text{ seg}^{-1}$ y $1,4 \text{ m}^3 \text{ seg}^{-1}$ y la velocidad de corriente fluctuó entre $0,25 \text{ m seg}^{-1}$ y $0,66 \text{ m seg}^{-1}$ (Cuadro 1).

Durante el año de muestreo la temperatura del agua varió entre $6 \text{ }^\circ\text{C}$ y 28

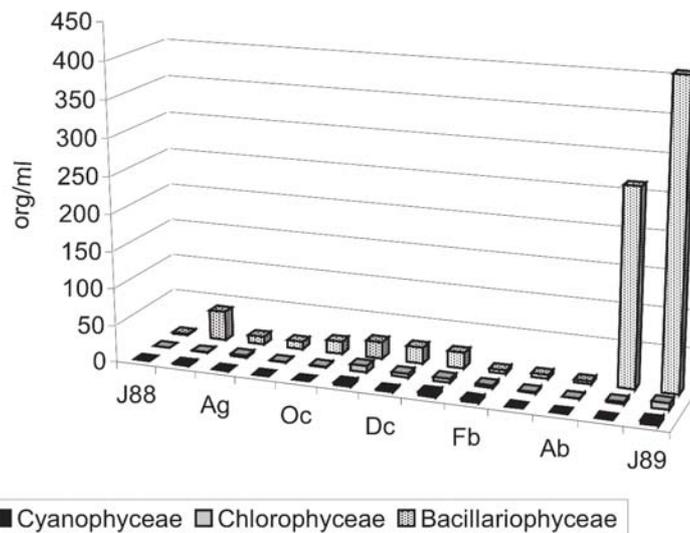


Fig. 2. Variación de la densidad del fitoplancton por clases algales en el río Piedra Blanca, período 1988-1989.

Composición específica y densidad del fitoplancton

Especies	J88	Jl	Ag	Sp	Oc	Nv	De	En	Fb	Mr	Ab	My	J89
CYANOPHYCEAE													
<i>Lymbya</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	0,00	3,80	2,01	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Merismopedia glauca</i>	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,06	0,00	0,00	0,00	4,21
Subtotal (Org.ml⁻¹)	0,34	1,44	0,13	0,00	0,00	3,25	1,14	4,93	2,78	0,11	0,04	0,00	4,49
CHLOROPHYCEAE													
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,80	0,21	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Scenedesmus ecornis</i>	0,00	0,03	0,05	0,00	0,26	1,23	0,25	0,29	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Spirogyra</i> sp.	0,05	0,12	2,10	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56
Subtotal (Org.ml⁻¹)	0,13	0,62	2,82	0,35	0,92	8,56	5,18	5,28	3,35	1,59	0,33	2,91	8,56
BACILLARIOPHYCEAE													
<i>Achnanthes lanceolata</i>	0,00	0,71	0,05	0,34	0,31	0,37	0,53	0,35	0,00	0,00	0,03	8,07	3,65
<i>A. minutissima</i>	0,00	0,44	0,13	0,00	0,10	0,19	0,40	0,13	0,00	0,00	0,04	6,46	5,33
<i>A. sp.</i>	0,00	0,00	0,24	0,00	0,63	0,83	0,25	0,05	0,07	0,27	0,15	5,16	0,00
<i>Amphora pediculus</i>	0,00	0,18	0,03	0,06	0,08	0,00	0,36	0,16	0,04	0,07	0,09	2,91	9,54
<i>Aulocoseira granulata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,46	0,84
<i>Cocc. placentula</i> var. <i>euglypta</i>	0,00	1,47	1,19	0,00	1,28	0,00	1,37	4,00	0,14	1,35	0,59	40,35	220
<i>C. placentula</i> var. <i>lineata</i>	0,18	2,53	1,40	0,32	1,38	0,85	1,47	4,32	0,53	1,21	1,09	48,74	220
<i>Gomphonema</i> sp.	0,23	1,15	0,37	0,13	0,71	0,37	0,19	0,16	0,06	0,00	0,00	2,58	7,02
<i>Melosira varians</i>	0,49	20,63	1,90	0,69	1,10	0,00	0,78	0,53	0,06	0,04	0,04	3,23	0,00
<i>Navicula hambergii</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,88	2,25
<i>N. papula</i>	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,04	0,02	0,00	6,78	0,56
<i>Nitzschia frustulum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00	1,98	0,13	0,80	0,00	0,00	12,59	6,18
<i>N. linearis</i>	0,10	0,00	0,00	0,00	0,10	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	7,02
<i>N. palea</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,03	0,00	0,00	0,00	10,65	0,00
<i>Reimeria uniseriata</i>	0,03	0,24	0,08	0,11	0,53	0,03	0,40	0,32	0,04	0,13	0,24	15,82	47,44
<i>Synedra ulna</i>	0,15	2,80	0,63	6,07	5,07	5,71	2,84	2,08	0,51	0,49	0,08	2,91	12,35
Diatomeas n/d	0,18	4,60	2,24	1,62	2,69	5,04	3,94	2,16	0,73	0,79	0,56	35,83	38,46
Subtot. (Org.ml⁻¹)	1,78	39,44	10,77	10,15	16,86	23,04	22,27	21,57	4,46	5,21	3,62	264	407
TOTAL (Org.ml⁻¹)	2,20	41,56	13,72	10,55	17,78	34,67	28,63	31,73	10,53	6,92	3,98	266,3	420

Cuadro 2. Composición específica y densidad (org ml⁻¹) del fitoplancton en el río Piedra Blanca, año 1988-1989. Del total de especies se seleccionó aquellas con densidad superior a 8 (org ml⁻¹) en la clase Bacillariophyceae y a 1,5 (org ml⁻¹) en la clase Cyanophyceae y Chlorophyceae durante el ciclo anual.

°C, el pH osciló entre 6,5 y 8,5, la conductividad registró valores comprendidos entre 92 $\mu\text{S cm}^{-1}$ y 277,38 $\mu\text{S cm}^{-1}$ y los sólidos disueltos variaron entre 70 ppm y 180 ppm (Cuadro 1).

Del análisis de la comunidad fitoplanctónica se determinaron 220 taxa, de los cuales 10 son Cyanophyceae, 36 Chlorophyceae, 171 Bacillariophyceae, 1 Euglenophyceae y 2 Dinophyceae (ver Luque & Martínez de Fabricius, 2000).

La densidad osciló entre 2 org ml⁻¹ en el mes de junio de 1988 y 425 org ml⁻¹ registrados en junio de 1989 (Fig. 2). La clase Bacillariophyceae fue la más abundante con un valor máximo de 407 org ml⁻¹ en junio de 1989. Las especies *Cocconeis placentula* var. *lineata*, *C. placentula* var. *euglypta*,

Reimeria uniseriata, *Melosira varians* y *Synedra ulna*, presentes a lo largo de todo el año, fueron más abundantes durante los meses de mayo y junio de 1989. El máximo valor correspondió a *Cocconeis placentula* y sus variedades con 220 org ml⁻¹ en el mes de junio de 1989. Las Chlorophyceae registraron valores comprendidos entre 0,13 org ml⁻¹ en el mes de junio de 1988 y 8,5 org ml⁻¹ en el mes de noviembre de 1988. Las especies *Dictyosphaerium pulchellum*, *Spirogyra* sp., *Scenedesmus ecornis* fueron más abundantes en los meses de verano con 1,80 org ml⁻¹, 2,10 org ml⁻¹ y 1,25 org ml⁻¹ respectivamente. En la clase Cyanophyceae la mínima densidad se presentó en el mes de abril de 1988 con 0,04 org ml⁻¹ y la más elevada en el mes

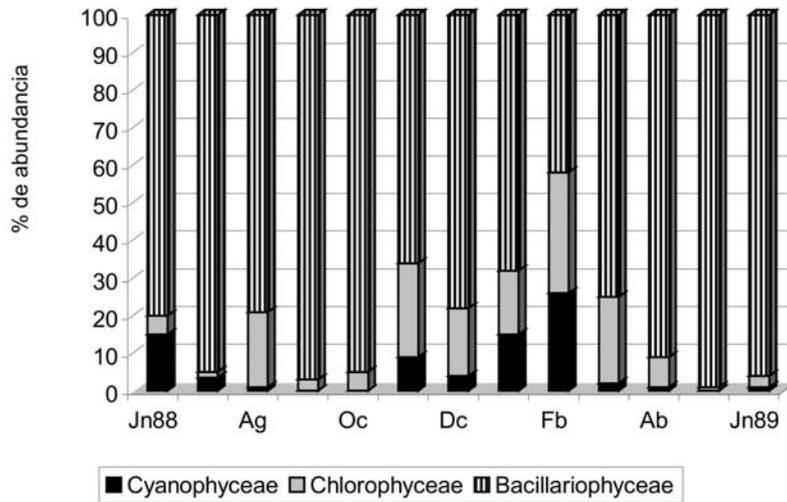


Fig. 3. Distribución mensual del porcentaje de densidad por clase algal, registrado en el río Piedra Blanca, período 1988-1989.

de junio de 1989 con $4,93 \text{ org ml}^{-1}$. De ellas, *Lyngbya* sp. y *Merismopedia glauca* fueron las más abundantes con $3,80 \text{ org ml}^{-1}$ y $4,21 \text{ org ml}^{-1}$ respectivamente (Cuadro 2).

La clase Bacillariophyceae representó un 93% de la densidad del fitoplancton, las Chlorophyceae contribuyeron con un 5% y las Cyanophyceae aportaron un 2%. La máxima densidad registrada mensualmente por las clases algales fue de un 99% por las Bacillariophyceae en el mes de mayo de 1989; 32% por las Chlorophyceae en el mes de febrero de 1988 y 26% por las Cyanophyceae en el mes de febrero de 1989 (Fig. 3). Las especies que contribuyeron a estos porcentajes fueron: *Lyngbya* sp. en las Cyanophyceae y *Dyctyosphaerium pulchellum* y *Scenedesmus ecornis* en las Chlorophyceae.

En la clase Bacillariophyceae las especies que estuvieron presente gran parte del año y las que contribuyeron a la máxima densidad registrada mensualmente fueron: *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Cocconeis placentula* var. *lineata*, *Reimeria uniseriata* y *Synedra ulna* (Fig. 4).

El índice de diversidad de Shannon Weaver varió entre $2,37 \text{ bits org}^{-1}$ para

el mes de setiembre y $5,16 \text{ bits org}^{-1}$ en el mes de diciembre. La equidad presentó un rango de variación entre 0,41 en setiembre y 1,31 en junio de 1988 (Fig. 5).

Entre los factores abióticos analizados: la temperatura, pH, conductividad y sólidos disueltos presentaron coeficientes de correlación lineal significativos con algunas variables biológicas. El pH, la conductividad y la concentración de sólidos disueltos incidieron en la diversidad, la riqueza específica total y la riqueza específica de diatomeas ($p < 0,01$ y $p < 0,05$). Estos factores también estuvieron relacionados con la densidad de clorofitas con valores ligeramente menores ($p < 0,05$). La conductividad y los sólidos disueltos se relacionaron con una de las especies más abundantes *Reimeria uniseriata* ($p < 0,01$) (Cuadro 3).

Discusión

Las precipitaciones determinaron las variaciones del caudal del río, que alcanzó valores máximos en los meses de verano, en invierno las precipitacio-

FITOPLANCTON	R _{1,2}	r ² _{1,2}	R _{1,23}	r ² _{1,23}	R _{1,234}	r ² _{1,234}	R _{1,2345}	R ² _{1,2345}
Densidad	-0,2398	5,75	0,2398	5,75	0,4098	16,80	0,5244	27,50
Densidad diatomeas	-0,2184	4,77	0,2235	4,99	0,4183	17,49	0,4508	20,32
Densidad Chlorophyta	-0,4840	23,42	*0,5630	31,70	*0,5720	32,71	*0,6500	42,26
Riqueza específica (RE)	0,4851	23,53	*0,6594	43,48	**0,6676	44,56	**0,7220	52,12
R E diatomeas	0,3929	15,44	*0,6463	41,77	*0,6515	42,45	**0,6992	48,89
Diversidad	-0,5112	26,13	**0,7401	54,78	**0,7522	56,58	**0,7563	57,19
Equidad	-0,2296	5,27	0,1294	1,67	0,3298	10,87	0,4445	19,76
<i>Cocconeis placentula</i>	-0,1333	1,78	0,3159	9,98	0,4172	17,41	0,4946	24,46
<i>Cymbella affinis</i>	-0,0053	0,00	0,2989	8,93	0,3913	15,31	0,4374	19,13
<i>Reimeria uniseriata</i>	-0,2320	5,38	0,2716	7,38	*0,5394	29,09	*0,5980	35,76
<i>Synedra ulna</i>	0,3832	14,68	0,4777	22,82	0,5062	25,62	0,5298	28,07

Cuadro 3. Coeficiente de correlación lineal simple: R y de determinación: r². La variable dependiente: descriptores biológicos 1 e independientes los factores abióticos: 2 temperatura (°C); 3: pH; 4: Conductividad (μS cm⁻¹) y 5: sólidos disueltos (ppm). * < 0,05, ** < 0,01.

nes fueron muy escasas a nulas y el río volvió a presentar un caudal mínimo. El comportamiento de los sólidos disueltos y la conductividad aparece inversamente correlacionado con las precipitaciones y el caudal. Es conocido que la reducción del caudal produce un consecuente aumento de la concentración iónica (Hynes, 1970) y con posterioridad a la época de lluvias se eleva la capacidad de dilución de las aguas reduciendo los registros de estas variables.

El aumento de la temperatura del agua y del aire estuvieron en relación con los valores térmicos estacionales, los valores más elevados se registraron en primavera y verano. La escasa diferencia entre las amplitudes térmicas del agua y del aire puede deberse a la reducida profundidad del curso de agua. Los valores de pH no registraron amplias variaciones y los datos oscilaron dentro de valores circunneutrales. Similares registros han sido obtenidos en arroyos y ríos tributarios de la cuen-

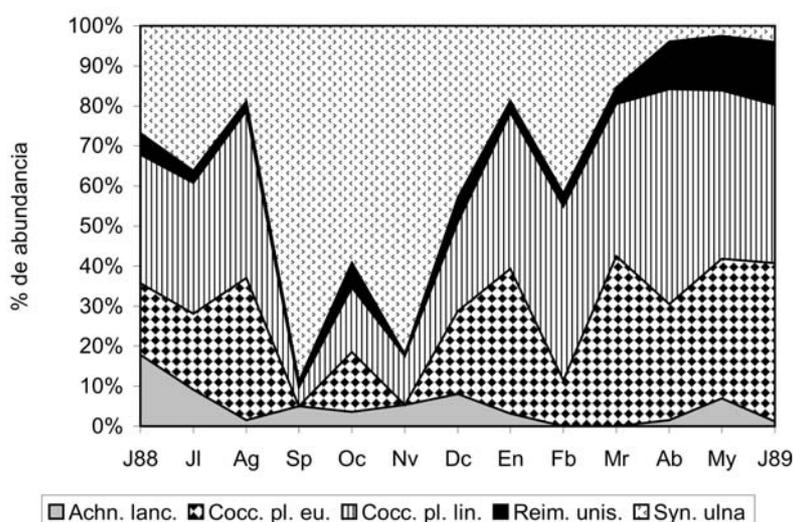


Fig. 4. Variación estacional del porcentaje de densidad algal de las especies más abundantes de la comunidad fitoplanctónica en el río Piedra Blanca, período 1988-1989.

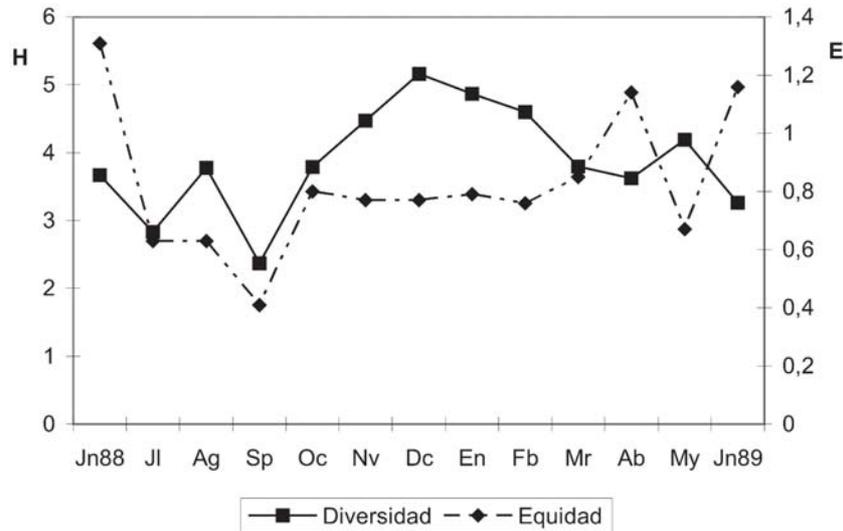


Fig. 5. Variación mensual de los índices de Diversidad: H (Shannon Weaver) y Equidad: E de la comunidad fitoplanctónica.

ca del río Cuarto y otros cursos fluviales del Valle de Calamuchita que integran la cuenca del río Tercero (Martínez de Fabricius, 1996; Martínez de Fabricius & Corigliano, 1989).

Las especies algales dominantes, tanto en número de especies como en densidad, en el fitoplancton pertenecen a la clase Bacillariophyceae y Chlorophyceae, componentes que se reportan para ríos y arroyos de nuestro país (Anselmi de Manavella & García de Emiliani, 1995; Luque & Martínez de Fabricius, 2000; Martínez de Fabricius & Gari, 1996; Seeligmann *et al.*, 2001; Zalocar de Domitrovic, 1992).

El orden centrales estuvo representado por pocas especies, a diferencia del orden Pennales quien contribuyó con la mayor abundancia, contrariamente a los resultados obtenidos para otros cursos de agua (Anselmi de Manavella & García de Emiliani, 1995; O'Farrell, 1993; O'Farrell & Izaguirre, 1994; O'Farrell, 1994). Martínez de Fabricius (1996) argumenta que el déficit de diatomeas centricas en el río Cuarto ocurre tanto en zonas de cabecera como río abajo. La escasa profundidad del río Cuarto inhabilita a las diatomeas de gran

tamaño para mantenerse en la zona fótica, ésta puede ser la explicación de su ausencia en este curso de agua, ya que según Reynolds (1994) es uno de los grupos algales mejor adaptado a los sistemas turbulentos y turbidos con alta concentración de nutrientes.

Las Bacillariophyceae fueron responsables de la tendencia de la densidad general a través del año. La densidad algal estuvo regulada por una combinación de cambios hidrológicos y de temperatura. Así durante los meses de mayo y junio de 1989, cuando las precipitaciones y el caudal disminuyen bruscamente, la densidad algal es más elevada. Por el contrario durante los restantes meses del año, el efecto de dilución fue la causa de la escasa densidad de todas las clases algales. Las fluctuaciones estacionales de la densidad del fitoplancton presentó un máximo al comienzo del invierno del año 1989 y un mínimo en el período de aguas altas. El efecto de dilución sobre la abundancia del fitoplancton durante el período de aguas altas ha sido reportado para el río Paraná y su llanura de inundación (Izaguirre *et al.*, 2001).

El incremento progresivo de las Chlorophyceae en los meses de verano resulta a partir de la influencia de la temperatura relativamente alta, más irradiancia, moderada velocidad de corriente, largos períodos de luz solar, que favorecen la presencia de numerosas especies de algas verdes, especialmente filamentosas. Resultados similares se obtuvieron para otros ríos bajo condiciones hidrológicas semejantes (Martínez de Fabricius, 1986; Martínez de Fabricius & Corigliano, 1989; O'Farrell, 1993).

La presencia de *Cladophora glomerata* y la constitución rocosa del lecho constituyen un importante sustrato para la fijación de organismos epífitos, especialmente diatomeas (Allan, 1995; Sanchez, 1991), y sus desprendimientos producen un gran aporte de algas al plancton, tales como *Cocconeis placentula* var. *lineata* y *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, las cuales se presentaron con elevada densidad en este río. Similares resultados se obtuvieron en tributarios superiores de esta cuenca, donde la especie dominante fue *Cocconeis placentula* var. *euglypta* acompañada de *Achnanthes biosoletiana*, *Achnanthes minutissima* y *Reimeria uniseriata* (Martínez de Fabricius et al., 2003). A partir de noviembre con el progresivo aumento de las precipitaciones y del caudal, se incrementa la densidad de estas especies en el plancton. Las especies de Bacillariophyceae que integraron el fitoplancton han sido caracterizadas por Patrick (1977) y Kawamura & Hirano (1992) como especies de hábito postrado. Diversos autores han señalado la presencia de diatomeas bentónicas en el plancton de ambientes lóticos (Martínez de Fabricius, 1986; O'Farrell, 1994), lo que hace suponer un aporte más o menos continuo del bentos como consecuencia del control que ejerce el régimen hidrológico sobre el fitoplancton de los cursos de agua (Allan, 1995).

Con excepción de las épocas de niveles de agua muy bajos (junio, julio, agosto, y septiembre de 1988) la diversidad de especies aumenta hacia el final del período de estudio. Probablemente la menor concentración de sólidos disueltos y por ende mayor transparencia favorecieron la diversidad de especies en el período de mayor caudal.

La influencia de los factores físicos y químicos, se ha señalado en la literatura para otros sistemas lóticos (Anselmi de Manavella & García de Emiliani, 1995; Reynolds, 1992). En Piedra Blanca, la estructura y dinámica de la comunidad está controlada por factores físicos y químicos en interacción con los hidrológicos. El pH, la conductividad y los sólidos disueltos explicaron la variación de la riqueza específica total, la riqueza específica de diatomeas y la diversidad.

Bibliografía

- Allan, J. D. 1995. *Stream Ecology. Structure and function of running waters*. Chapman & Hall Edts. N. Y.
- Anselmi de Manavella, M. I. & M. O. Garcia de Emiliani. 1995. Composición y dinámica del fitoplancton en una sección transversal del río Correntoso (Llanura aluvial del Río Paraná). *Rev. Asoc. Cs. Nat. Litoral*, 26(2): 39-54.
- Bourrelly, P. 1981. *Les Algues d'eau douce. Les algues jaunes et brunes. II*. Ed. Boubée, París.
- Bourrelly, P. 1985. *Les Algues d'eau douce. Les algues bleues et rouges. III*. Ed. Boubée, París.
- Bourrelly, P. 1990. *Les Algues d'eau douce. Les algues vertes. I*. Ed. Boubée, París.
- Conforti, V.; J. Alberghina & E. Gonzalez Urda. 1995. Structural changes and dynamics of the phytoplankton along a highly polluted lowland river of Argentina. *J. Aquatic Ecosystem Health*, 4: 59-75.
- Del Giorgio, P. A.; A. L. Vinocur; R. J. Lombardo & G. Tell. 1991. Progressive changes in the structure and dynamics of the phytoplankton community along a pollution gradient in a lowland - a

- multivariate approach. *Hydrobiologia*, 224: 129-154.
- 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.
- Hasle, G. R. 1978. Some specific preparations: Diatoms in Sournia. A. (Ed.) *Phytoplankton manual*. Eds. UNESCO: 136-142.
- Hasle, G. R. & A. Fryxel. 1970. Diatoms; Cleaning and mounting for light and electron microscopy. *Trans. Amer. Micr. Soc.*, 89: 469-474.
- Hynes, H. B. N. 1970. *The ecology of running waters*. Univ. Toronto Press., Toronto.
- Izaguirre, I., I. O'Farrell & G. Tell. 2001. Variation in phytoplankton composition and limnological features in a water-water ecotone of the Lower Paraná Basin (Argentina). *Freshwater Biology* 46: 63-74.
- Kawamura, A. & R. Hirano. 1992. Seasonal changes in benthic diatom communities colonizing glass slides in Aburatsubo bay, Japan. *Diat. Res.*, 7 (2): 227-239.
- Luque, M. E.; N. Gari & A. L. Martínez de Fabricius. 1997. Análisis cualitativo-cuantitativo de la flora algal en el tramo superior de la cuenca del río Chocancharava (ex Cuarto) (Córdoba, Argentina). *Rev. UNRC*, 17: 49-67.
- Luque, M. E. & A. L. Martínez de Fabricius. 2000. Ficoflora fitoplanctónica y epilítica del río Piedra Blanca. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 35 (1-2): 21-32.
- Martínez de Fabricius, A. L. 1986. La ficoflora del Río Grande (Departamento de Calamuchita, provincia de Córdoba-Argentina). *Rev. UNRC*, 6 (2): 221-235.
- Martínez de Fabricius, A. L. 1995. Bacillariophyceae del Río Cuarto (Córdoba). Nuevas o raras para la Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 31 (1-2): 41-47.
- Martínez de Fabricius, A. L. 1996. Bacillariophyceae del Río Cuarto. Provincia de Córdoba, Argentina. *Tesis Doctoral N° 673. Univ. Nac. La Plata*: 298 p., 17 láms.
- Martínez de Fabricius, A. L. & M. del C. Corigliano. 1989. Composición y distribución de comunidades algales en el río Ctlamochita (Córdoba, Argentina). *Rev. UNRC*, 9 (1): 5-13.
- Martínez de Fabricius, A. L. & E. N. Gari. 1996. Estudios sistemáticos de las Bacillariophyceae del Río Grande (Dpto. Calamuchita, Prov. Córdoba, Argentina), Pennales III. *Bol. Soc. Argent. Bot.*, 32 (1-2): 21-35.
- Martínez de Fabricius, A. L.; N. Maidana; N. Gómez & S. Sabater. 2003. Distribution patterns of benthic diatoms in a Pampean river exposed to seasonal floods: the Cuarto River (Argentina). *Biodiversity and Conservation* 12: 2443-2454.
- Mirande, V.; N. Romero; M. A. Barrionuevo; G. S. Meoni; B. Navarro; M. C. Apella & B. C. Tracanna. 1999. Human impact on some limnological characteristics of the Gastona river (Tucumán, Argentina). *Acta Limnológica Brasiliensis*, 11 (2): 101-110.
- O'Farrell, I. 1993. Phytoplankton ecology and limnology of the Salado River (Buenos Aires, Argentina). *Hydrobiologia*, 271: 169-178.
- O'Farrell, I. 1994. Comparative analysis of the phytoplankton of fifteen lowland fluvial systems of the River Plate Basin (Argentina). *Hydrobiologia*, 289: 109-117.
- O'Farrell, I. & I. Izaguirre. 1994. Phytoplankton ecology and limnology of the River Uruguay Lower Basin. (Argentina). *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 99 (1/2): 155-179.
- Patrick, R., 1977. Ecology of freshwater diatoms and diatom communities. En: Werner, D. (Ed.). *The biology of diatoms*. Blackwell Scientific publications. Oxford. London.
- Reynolds, C. S. 1992. Algae. En: Calow, P. & G. E. Petts (Eds.) *The Rivers Handbook. Vol. 1*: 195-215
- Reynolds, C. S. 1994. The long, the short and the stalled: on the attributes of phytoplankton selected by physical mixing in lakes and rivers. *Hidrobiologia*, 298: 9-21.
- Rout, J. & J. P. Gaur. 1994. Composition and dynamics of epilithic algae in a forest stream at Shillong (India). *Hydrobiologia*, 291: 61-74.
- Sabater, S.; F. Sabater & J. Armengol. 1988. Relationships between Diatom Assemblages and Physico-chemical variables in the River Ter (N. E. Spain). *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 73: 171-179.
- Sanchez, V. 1991. Biología de *Cladophora glomerata* (L.) Kütz. En ríos y arroyos serranos de la provincia de Córdoba. *Trabajo Final. UNRC*: 41 p.
- Seeligmann, C.; B. C. Tracanna; S. Martínez De Marco & S. Isasmendi. 2001. Algas fitoplanctónicas en la evaluación de la calidad del agua de sistemas lóticos en el Noroeste Argentino. *Limnetica* 20 (1): 123-133.
- Shannon, C. E. & W. Weaver. 1963. *The mathematical theory of communication*. Univ. Illinois Press, Urbana.

- Simonsen, R. 1979. The Diatom System. Ideas on Phylogeny. *Bacillaria*, 2: 9-71.
- Sokal, R. & F. Rohlf. 1979. *Biometría*. Blume, Madrid.
- Solari, L. C. 1995. Structure and dynamics of phytoplankton of the River Samborombón (Buenos Aires, Argentina). *Acta Hydrobiol.*, 37 (4): 231-241.
- Strahler, A. N. 1981. *Geografía física*. Ed. Omega. Barcelona.
- Villafañe, V. E. & F. M. H. Reid. 1995. Métodos de microscopia para la cuantificación del fitoplancton. En: K. Alveal; M. E. Ferrario; E. C. Oliveira & E. Sar (Eds). *Manual de Métodos Ficológicos*: 169-185
- Zalocar de Domitrovic, Y. 1992. Fitoplancton de ambientes inundables de río Paraná (Argentina). *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 25 (3): 177-188.