

Distribución temporal del fitoplancton y epilíton en el río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina).

María Elisa Luque¹ & Ana Luján Martínez de Fabricius¹

¹Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Exactas Físico-Químicas y Naturales. UNRC. Ruta 36 Km 601 (5800) Río Cuarto, Córdoba, Argentina. E-mail: mluque@exa.unrc.edu.ar y alujan@exa.unrc.edu.ar

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es analizar los patrones temporales en la composición y abundancia de las comunidades del fitoplancton y epilíton en el río Piedra Blanca, así como la influencia de los factores ambientales sobre los patrones biológicos durante un ciclo anual. Para este estudio se recolectaron mensualmente muestras cualitativas y cuantitativas de algas en transporte y las adheridas a substrato rocoso, desde junio de 1988 a junio de 1989, en un punto del río mencionado. Se registraron simultáneamente parámetros físicos e hidráulicos. En las muestras planctónicas se determinaron 221 taxa y en el epilíton 170 taxa. La densidad del fitoplancton osciló entre 2 org/ml y 425 org/ml y la densidad del epilíton varió entre 8240 org/cm² y 239 644 org/cm². El método de clasificación divisivo Twinspan mostró las diferencias cuantitativas existentes en las comunidades durante el ciclo anual. La estructura y dinámica de los organismos del plancton y de las formas adheridas estuvieron principalmente controladas por factores físicos. El pH, conductividad y sólidos disueltos permitieron explicar las variaciones de riqueza de especies y densidad en ambas comunidades.

Palabras clave: densidad - fitoplancton- epilíton - Bacillariophyceae - Chlorophyceae - comunidad.

ABSTRACT

We analyzed the seasonal patterns in the composition and abundance of the planktonic and epilithic communities of the River Piedra Blanca (Córdoba, Argentina) and the influence of environmental factors on the biological patterns during one annual cycle. Qualitative and quantitative samples of phytoplankton and epilithon were taken at one station between June 1988 and June 1989. Physical and hydrological variables were measured concurrently. 221 algae taxa were recorded in the plankton and 170 in the epilithon. The density of the phytoplankton was 2- 425 org/ml, while the density of the epilithon was 8240-239644 org/cm². Twinspan showed seasonal quantitative differences in the phytoplankton and epilithon. The structure and dynamics of the plankton and epilithon were mainly controlled by physical factors. The pH, conductivity and dissolved solids concentration could explain the variations in the number of species and density of organisms in both communities.

Keywords: density, phytoplankton, epilithon, Bacillariophyceae, Chlorophyceae, community.

INTRODUCCIÓN

El estudio de la estructura y dinámica de la comunidad algal en ríos es complejo debido a los múltiples factores que covarian en el sistema (Rout & Gaur, 1994). Las comunidades algales son el producto de la interacción de variables geomorfológicas, hidrológicas y bióticas que operan en una escala de amplio rango (Sinsbaugh *et al.*, 1991). El régimen hidrológico ejerce un importante control sobre la biota y es el principal determinante de las variaciones en la

abundancia y dominancia de las especies en distintos sitios dentro de un río o en un mismo punto año a año (Allan, 1995; Reynold, 1992). Las asociaciones algales son el resultado de la totalidad de condiciones ambientales, pudiendo así reflejar la estructura y el funcionamiento del río como un ecosistema (Sabater *et al.*, 1988).

En Argentina, la mayoría de los trabajos versan sobre la comunidad fitoplanctónica y son menos los referidos al epilíton. Tal es el caso del estudio de los grandes ríos como el Paraná y Paraguay (García de Emiliani, 1990; Zalocar de

El río Piedra Blanca, 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 posee un régimen hídrico de tipo pluvial, con un caudal anual promedio de 3524 m³/s, en el sustrato predominan bloques y guijarros, con tramos muy turbulentos o rabiones, que alternan con los remansos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recolectaron un total de 39 muestras, 26 corresponden al plancton y 13 al epilíton, con una frecuencia mensual durante el período comprendido entre junio de 1988 a junio de 1989 en una localidad del río Piedra Blanca, situada 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 y Tabla 1).

Las muestras de fitoplancton se obtuvieron por filtración de 100 litros de agua a través de una red de plancton de 25 µm de diámetro de

poro. Las epilíticas fueron obtenidas por raspado de una superficie promedio de 100 cm², lavadas con agua destilada estéril. Para ello se recolectaron pequeñas rocas del fondo según un muestreo estratificado al azar, donde el sitio de muestreo se divide en estratos homogéneos y las muestras obtenidas son colectadas al azar de cada estrato (Venrick, 1995). Simultáneamente se registraron los siguientes parámetros físicos 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 se incorporaron al Herbario del Departamento de Ciencias Naturales de la UNRC, con la sigla RCC. Para el análisis taxonómico se utilizó bibliografía específica para cada grupo y/o sección en particular: Desikachary (1959), Prescott (1962), Archibald (1983), Patrick & Reimer (1966, 1975), Germain (1981), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b). El total de las especies determinadas se ordenaron según Bourrelly (1981, 1985, 1990) para las Cyanophyceae, Chlorophyceae, Dinophyceae y Euglenophyceae y según Simonsen (1979) para las Bacillariophyceae.

Los recuentos se realizaron por transectas según el método propuesto por Villafañe & Reid (1995). Se predeterminaron tres transectas horizontales equidistantes evitando los efectos de bordes. Se utilizó un portaobjetos y un cubreobjetos de 24 x 50 mm, en el portaobjetos se sedimentó una alícuota de 0.3 ml, esto permitió la observación del material con un aumento de 400 X. Se contaron más de una cámara hasta obtener un promedio de individuos (unicelulares, cenobios, colonias o filamentos) constante, el cual se logró con cinco cámaras en las muestras de fitoplancton y tres cámaras en las muestras del epilíton. Para los organismos filamentosos, *Lyngbya*, *Oscillatoria*, se consideró como unidad una longitud equivalente al largo de un organismo unicelular frecuente como *Synedra* y/o *Fragilaria*.

Se calculó el índice de diversidad: H (Shannon & Weaver, 1963) y el componente de equitabilidad: E. Mediante el método de clasificación divi-

Tabla 1. Programa de muestreo realizado en el río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina), durante el período Junio 1988-Junio 1989. *Sampling programme in the river Piedra Blanca (Córdoba, Argentina) during June 1988-June 1989.*

FECHA	COMUNIDAD		
	FITOPLANCTON		EPILITICA
	Cualitativa	Cuantitativa	Cuantitativa
22-06-1988	543	544	545
26-07-1988	557	558	559
23-08-1988	575	576	577
26-09-1988	618	615	616
27-10-1988	629	631	632
24-11-1988	656	653	655
20-12-1988	663	662	665
30-01-1989	682	681	696
22-02-1989	697	698	699
31-03-1989	730	729	732
26-04-1989	782	783	784
24-05-1989	801	803	804
29-06-1989	815	816	817

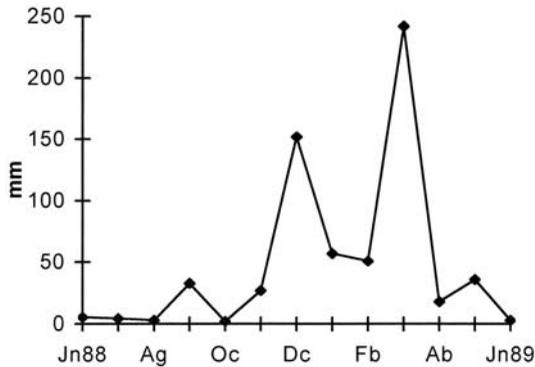


Figura 2. Promedios mensuales de precipitaciones registradas en el área de estudio (río Piedra Blanca, Córdoba, Argentina) durante el período Junio 1988-Junio 1989. *Monthly mean rainfall in the study area (river Piedra Blanca, Córdoba, Argentina) during the period June 1988-June 1989.*

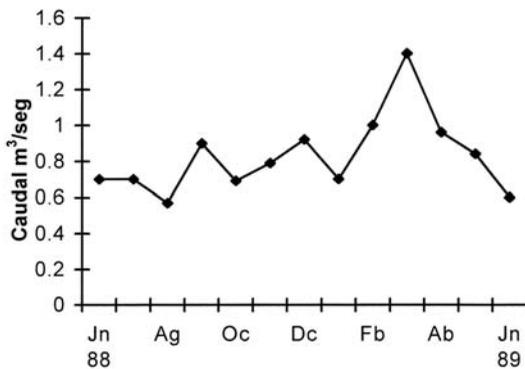


Figura 3. Valores mensuales de caudal del río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina), durante el año de muestreo Junio 1988-Junio 1989. *Monthly mean discharge of river Piedra Blanca (Córdoba, Argentina) during the period June 1988-June 1989.*

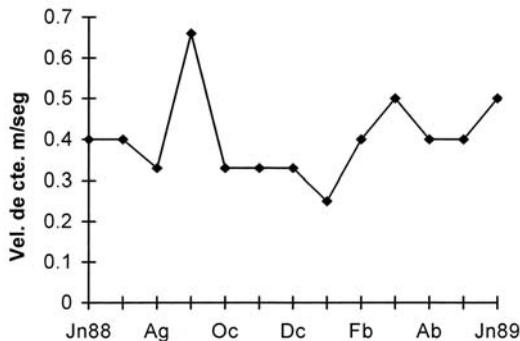


Figura 4. Fluctuaciones de la velocidad de corriente en el río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina), durante el año de muestreo Junio 1988-Junio 1989. *Variations in water current velocity of river Piedra Blanca (Córdoba, Argentina), during the period June 1988-June 1989.*

sivo TWINSPAN (Hill, 1979) se comparó el fitoplancton y el epilíton.

Se determinaron los estadísticos descriptivos de las variables físicas 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 parámetros ambientales sobre los descriptores biológicos se utilizó el análisis de correlación múltiple.

RESULTADOS

Parámetros hidrológicos y físicos

Dado que el régimen hídrico es de tipo pluvial, las variaciones estacionales del caudal están determinadas por las precipitaciones, las que oscilaron entre 242 mm en marzo y 0 mm en junio de 1989. El caudal varió entre 0.57 m³/s y 1.4 m³/s. La velocidad de corriente fluctuó entre 0.25 m/s y 0.66 m/s (Figs. 2, 3 y 4).

Durante el año de muestreo la temperatura varió entre 6 °C y 28 °C. El pH osciló entre 6.5 y 8.5. La conductividad registró valores comprendidos entre 92 μ S/cm y 278 μ S/cm (Figs. 5, 6 y 7).

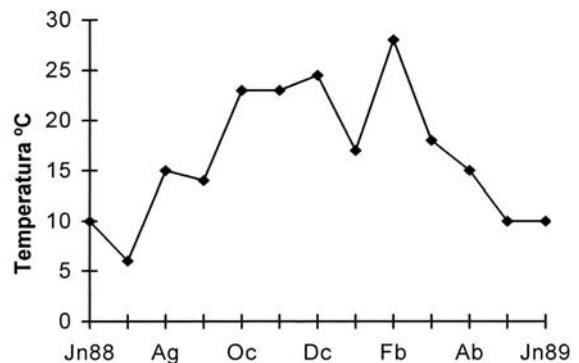


Figura 5. Valores mensuales de la temperatura en el río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina), durante el período Junio 1988-Junio 1989. *Monthly mean temperature of river Piedra Blanca (Córdoba, Argentina), during the period June 1988-June 1989.*

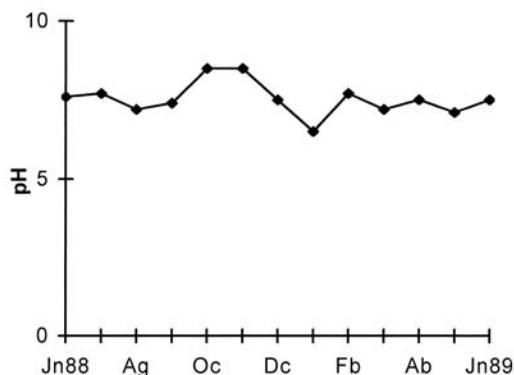


Figura 6. Valores mensuales de pH en el río Piedra Blanca, durante el período 1988-1989. *Monthly values of the River Piedra Blanca pH, during the 1988-1989 period.*

Aspectos biológicos

Del análisis taxonómico de las comunidades fitoplanctónica y epilítica se determinaron un total de 261 taxa. De ellas, 196 son Bacillariophyceae, 48 Chlorophyceae, 13 Cyanophyceae, 2 Dinophyceae y 2 Euglenophyceae (Tabla 2).

Organismos en el plancton:

La densidad de los organismos en fitoplancton osciló entre 2 org/ml en el mes de junio de 1988 y 425 org/m en junio de 1989 (Fig. 8). La clase Bacillariophyceae predominó en todo el período de estudio, su densidad fluctuó entre 2 org/ml en

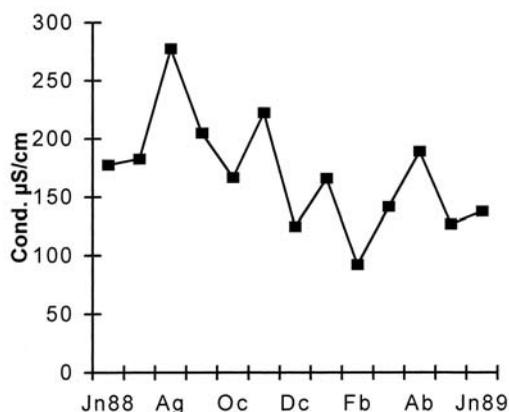


Figura 7. Valores mensuales de conductividad en el río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina) durante el período Junio 1988-Junio 1989. *Monthly mean conductivity of river Piedra Blanca (Córdoba, Argentina), during the period June 1988-June 1989.*

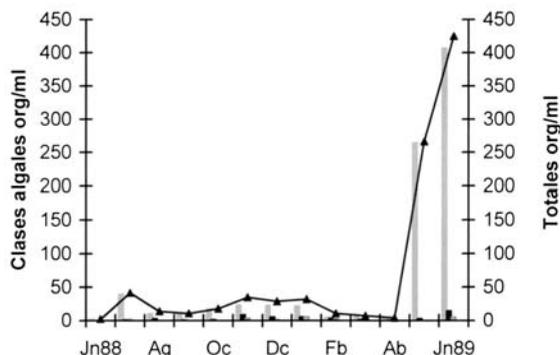


Figura 8. Variación de la densidad total y por clases algales de la comunidad fitoplanctónica en el río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina) durante el período Junio 1988-Junio 1989. *Variation in density of total phytoplankton and of each algal group in river Piedra Blanca (Córdoba, Argentina) during the period June 1988-June 1989.*

el mes de junio de 1988 y 407 org/ml en junio de 1989. Las especies *Cocconeis placentula* var. *lineata*, *C. placentula* var. *euglypta*, *Melosira varians* y *Reimeria uniseriata* fueron más abundantes durante los meses de mayo y junio de 1989. La concentración de las Chlorophyceae osciló entre 0.13 org/ml y 14.3 org/ml. *Cladophora glomerata*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Monoraphidium* sp., *Pediastrum boryanum* y *Scenedesmus ecornis*, presentaron su mayor densidad en los meses de verano. Especies de Cyanophyceae registraron bajas densidades, las que fluctuaron entre 0.04 org/ml y 5 org/ml. La más abundante fue *Lyngbya* sp₁ (Tabla 3).

La diversidad fluctuó entre 1.63 bits/org para el mes de setiembre y 3.57 bits/org en el mes de diciembre. La equitabilidad osciló entre 0.52 en setiembre y 0.85 en febrero de 1989 (Tabla 4).

Organismos en el epilíton:

La densidad de los organismos adheridos osciló entre 8240 org/cm² en el mes de octubre y 239 644 org/cm² en setiembre del mismo año (Fig. 9).

La clase Bacillariophyceae fue la más abundante con valores comprendidos entre 5769 org/cm² en enero y 231 457 org/cm² en setiembre. Las especies *Achnanthes minutissima*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *C. placentu-*

Tabla 2. Lista taxonómica de algas identificadas en el fitoplancton y epilíton del río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina), Junio 1988-Junio 1989. *List of phytoplankton and epilython taxa found in the river Piedra Blanca (Córdoba, Argentina) during the period June 1988-June 1989.*

Clase **CYANOPHYCEAE**

Chroococcus sp.
Merismopedia glauca (Ehrenberg) Naegeli
Synechococcus aeruginosus Naegeli
Anabaena constricta (Szafer) Geitler
Anabaena sp.
Lyngbya limnetica Lemmermann
Lyngbya sp₁.
Lyngbya sp₂.
Oscillatoria amoena (Kützing) Gomont
O. limosa Agardh
O. minima Gicklhorn
O. nigra Vaucher
O. tenuis Agardh
Oscillatoria sp.
Plectonema sp.
Rivularia sp.

Clase **CHLOROPHYCEAE**

Planktonosphaeria gelatinosa G. M. Smith
Tetraedron minimum (A. Braun) Hansgirg
Chlamydomonas sp.
Pandorina morum Bory
Planktosphaeria gelatinosa G. M. Smith
Tetraedron minimum (A. Braun) Hansgirg
Sphaerocystis sp.
Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs
Ankistrodesmus fusiformis Corda
Ankistrodesmus spiralis (Turner) Lemmermann
Kirchneriella lunaris (Kirchner) Moebius
Monoraphidium sp.
Oocystis sp.
Selenastrum gracile Reinsch
Selenastrum sp.
Dictyosphaerium pulchellum Wood
D. ehrenbergianum Naegeli
Eutetramorus fottii (Hindák) Kómarek
Coelastrum sp.
Scenedesmus acuminatus (Lagerheim) Chodat
S. acutiformis Schroeder
S. acutus Meyen
S. acutus f. *costulatus* (Chodat) Uherkovic
S. brevispina (Smith) Chodat
S. denticulatus Lagerheim
S. dimorphus (Turpin) Kützing
S. ecornis (Ralfs) Chodat
S. falcatus f. *maximus* Uherkovic
S. intermedius Chodat
S. obliquus (Turpin) Kützing
S. spinosus Chodat

Clase **CHLOROPHYCEAE** (continuación)

Hydrodictyon reticulatum (L.) Lagerheim
Pediastrum boryanum (Turpin) Meneghini
P. boryanum var. *caribeanum* Comas
P. duplex Meyen
P. duplex var. *clathratum* Sulek
P. simplex Meyen
P. tetras (Ehrenberg) Ralfs
Pediastrum sp.
Microspora sp.
Stigeoclonium stagnatile (Hazen) Collins
Oedogonium sp.
Cladophora glomerata (L.) Kützing
Spirogyra sp.
Zygnema sp.
Closterium acerosum (Schrank) Ehrenberg
Closterium aciculare West
Closterium acutum (Lyngbie) Brébisson
C. diana Kützing
C. libellula Focke
C. moniliferum (Bory) Ehrenberg
C. parvulum Naegeli
C. subulatum (Kützing) Brébisson
Closterium sp₁.
Closterium sp₂.
Closterium sp₃.
Euastrum spinulosum Delponte
E. verrucosum Ehrenberg
Cosmarium botrytis (Bory) Meneghini
C. laeve var. *octangulare* (Wille) West et West
C. meneghinii Brébisson
C. pseudopyramidatum Lund
C. punctulatum Brébisson
C. reniforme Archer
C. subspeciosum Nordst
C. subspeciosum var. *validius* Nordstedt
C. turpinii Brébisson
Cosmarium sp₁.
Cosmarium sp₂.
Penium sp.
Staurastrum brevispinum Brébisson
S. punctulatum Brébisson
Staurodesmus dickiei Lillieroth

Clase **EUGLENOPHYCEAE**

Euglena sp.
Phacus sp.

Clase **DINOPHYCEAE**

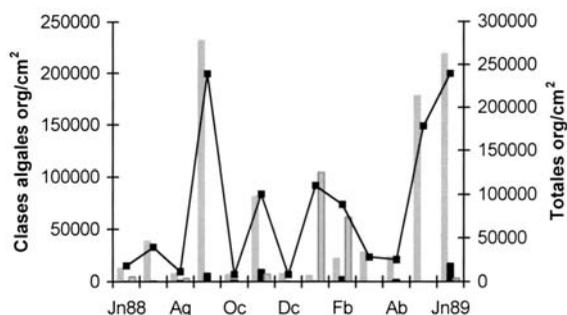
Peridinium gatunense Nygaard
Peridinium sp.

Tabla 2. Continuación. *Continuation.*Clase **BACILLARIOPHYCEAE**

<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	<i>Achnanthes</i> sp ₂
<i>A. italica</i> (Ehrenberg) Simonsen	<i>Achnanthes</i> sp ₃
<i>Cyclotella kützingiana</i> Thwaites	<i>Achnanthes</i> sp ₄
<i>C. meneghiniana</i> Kützing	<i>Achnanthes</i> sp ₅
<i>C. striata</i> (Kützing) Grunow	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Cleve
<i>Melosira varians</i> Agardh	<i>C. placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) Van Heurck
	<i>Amphipleura lindheimerii</i> Grunow
	<i>Amphora bullatoides</i> Hohn et Hellerman
<i>Diatoma anceps</i> (Ehrenberg) Kirchner	<i>P. brevicostata</i> Cleve
<i>D. tenue</i> Agardh	<i>P. burkii</i> Patrick
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	<i>P. dactylus</i> Ehrenberg
<i>Diatoma</i> sp.	<i>P. divergens</i> W. Smith
<i>Fragilaria bidens</i> Heiberg	<i>P. gibba</i> Ehrenberg
<i>F. capucina</i> var. <i>mesolepta</i> Rabenhorst	<i>P. gibba</i> var. <i>mesogongyla</i> (Ehrenberg) Hustedt
<i>F. construens</i> (Ehrenberg) Grunow	<i>P. maior</i> (Kützing) Rabenhorst
<i>F. construens</i> var. <i>venter</i> (Ehrenberg) Grunow	<i>P. mesogongyla</i> Ehrenberg
<i>F. crotonensis</i> var. <i>oregona</i> Sovereign	<i>P. microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve
<i>F. elliptica</i> Schumann	<i>P. microstauron</i> var. <i>brevissonii</i> (Kützing) Mayer
<i>F. leptostauron</i> var. <i>dubia</i> (Grunow) Hustedt	<i>P. nobilis</i> (Ehrenberg) Ehrenberg
<i>F. vaucheriae</i> (Kützing) Petersen	<i>P. obscura</i> Krasske
<i>Fragilaria</i> sp.	<i>P. streptoraphe</i> var. <i>minor</i> Cleve
<i>Meridion circulare</i> (Greville) Agardh	<i>P. viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg
<i>Synedra acus</i> Kützing	<i>Pinnularia</i> sp.
<i>S. parasitica</i> (W. Smith) Hustedt	<i>Reimeria uniseriata</i> Sala, Guerrero y Ferrario
<i>S. rumpens</i> Kützing	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Agardh) Lange-Bertalot
<i>S. rumpens</i> var. <i>familiaris</i> (Kützing) Grunow	<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg
<i>S. ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg	<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson
<i>S. ulna</i> var. <i>oxyrhynchus</i> f. <i>mediocontracta</i> (Forti) Hustedt	<i>E. argus</i> Kützing
<i>S. ulna</i> var. <i>spathulifera</i> Grunow	<i>E. sorex</i> Kützing
<i>Eunotia arcus</i> Ehrenberg	<i>E. turgida</i> (Ehrenberg) Kützing
<i>E. didyma</i> var. <i>media</i> Hustedt	<i>Epithemia</i> sp.
<i>E. maior</i> (W. Smith) Rabenhorst	<i>Rhopalodia acuminata</i> Krammer
<i>E. monodon</i> Ehrenberg	<i>R. brevissonii</i> Krammer
<i>E. pectinalis</i> (Dillwyn) Rabenhorst	<i>R. constricta</i> (W. Smith) Krammer
<i>Eunotia</i> sp.	<i>R. gibba</i> (Ehrenberg) Müller
<i>Achnanthes clevei</i> Grunow	<i>R. gibba</i> var. <i>ventricosa</i> (Kützing) H. et M. Peragallo
<i>A. clevei</i> var. <i>rostrata</i> Hustedt	<i>R. musculus</i> (Kützing) O. Müller
<i>A. coarctata</i> (Brébisson) Grunow	<i>R. operculata</i> (Ehrenberg) O. Müller
<i>A. conspicua</i> A. Mayer	<i>Rhopalodia</i> sp.
<i>A. deflexa</i> Reimer	<i>Denticula elegans</i> Kützing
<i>A. delicatula</i> Kützing	<i>D. kuetzingii</i> Grunow
<i>A. exigua</i> Grunow	<i>Bacillaria paxillifer</i> (O. Muller) Hendey
<i>A. exigua</i> var. <i>constricta</i> (Torka) Hustedt	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow
<i>A. inflata</i> (Kützing) Grunow	<i>H. virgata</i> (Roper) Grunow
<i>A. helvetica</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	<i>H. virgata</i> var. <i>capitellata</i> Hustedt
<i>A. lanceolata</i> (Brébisson) Grunow	<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) Wm. Smith
<i>A. lanceolata</i> var. <i>omissa</i> Reimer	<i>N. acicularis</i> var. <i>closterioides</i> Grunow
<i>A. lanceolata</i> var. <i>rostrata</i> (Oestrup) Hustedt	<i>N. amphibiodes</i> Hustedt
<i>A. linearis</i> f. <i>curta</i> (W. Smith) Grunow	<i>N. calida</i> Grunow
<i>A. minutissima</i> Kützing	<i>N. capitellata</i> Hustedt
<i>A. rupestris</i> Krasske	<i>N. clausii</i> Hantzsch
<i>Achnanthes</i> sp ₁ .	<i>N. constricta</i> (Kützing) Ralfs

Tabla 2. Continuación. *Continuation.*Clase **BACILLARIOPHYCEAE** (continuación)

<i>N. dissipata</i> (Kützing) Grunow	<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg
<i>N. fonticola</i> Grunow	<i>G. affine</i> Kützing
<i>N. frustulum</i> (Kützing) Grunow	<i>G. angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst
<i>N. hungarica</i> Grunow	<i>G. clevei</i> Fricke
<i>N. inconspicua</i> Grunow	<i>G. aff. demerarae</i> (Grunow) Frenguelli
<i>N. lacuum</i> Lange-Bertalot	<i>G. gracile</i> Ehrenberg
<i>N. levidensis</i> (W. Smith) Grunow	<i>G. intricatum</i> Kützing
<i>N. linearis</i> (Agardh) Smith	<i>G. minutum</i> (Agardh) Agardh
<i>N. palea</i> (Kützing) W. Smith	<i>G. olivaceum</i> (Lyngbye) Kützing
<i>N. perminuta</i> (Grunow) M. Peragallo	<i>G. parvulum</i> (Kützing) Grunow
<i>N. prolongata</i> Hustedt	<i>G. parvulum</i> f. <i>saprophilum</i> Lange-Bertalot et Reichardt
<i>N. pusilla</i> Kützing	<i>G. aff. rhombicum</i> Fricke
<i>N. recta</i> Hantzsch	<i>G. pseudotenellum</i> Lange-Bertalot
<i>N. scalpelliformis</i> Grunow	<i>G. subclavatum</i> (Grunow) Grunow
<i>N. sigma</i> (Kützing) W. Smith	<i>G. subclavatum</i> var. <i>mexicanum</i> (Grunow) Patrick
<i>N. sinuata</i> var. <i>delognei</i> (Grunow) Lange-Bertalot	<i>G. truncatum</i> Ehrenberg
<i>N. sinuata</i> var. <i>tabellaria</i> (Grunow) Grunow	<i>G. truncatum</i> var. <i>capitatum</i> (Ehrenberg) Patrick
<i>N. umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot	<i>Gomphonema</i> sp.
<i>N. valdecostata</i> Lange-Bertalot et Simonsen	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst
<i>Nitzschia</i> sp.	<i>G. eximium</i> (Thwaites) Boyer
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W. Smith	<i>Mastogloia</i> sp.
<i>Surirella angusta</i> Kützing	<i>Navicula capitata</i> var. <i>hungarica</i>
<i>S. elegans</i> Ehrenberg	<i>N. capitata</i> var. <i>hungarica</i> (Grunow) Ross
<i>S. linearis</i> W. Smith	<i>N. capitatoradiata</i> Germain
<i>S. ovalis</i> Brébisson	<i>N. cryptocephala</i> Kützing
<i>S. splendida</i> (Ehrenberg) Kützing	<i>N. cuspidata</i> (Kützing) Kützing
<i>A. pediculus</i> (Kützing) Grunow	<i>N. cuspidata</i> var. <i>ambigua</i> (Ehrenberg) Cleve
<i>A. ovalis</i> var. <i>affinis</i> (Kützing) Van Heurck	<i>N. charlatii</i> Peragallo
<i>A. sabiniana</i> Reimer	<i>N. decussis</i> Oestrup
<i>A. submontana</i> Hustedt	<i>N. elginensis</i> (Gregory) Ralfs
<i>Amphora</i> sp.	<i>N. elginensis</i> var. <i>neglecta</i> (Krasske) Patrick
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> (Ehrenberg) Pfitzer	<i>N. exigua</i> var. <i>capitata</i> Patrick
<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve	<i>N. hambergii</i> Hustedt
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	<i>N. kotschyi</i> Grunow
<i>C. amphicephala</i> Naegeli	<i>N. laevissima</i> Kützing
<i>C. aspera</i> (Ehrenberg) Peragallo	<i>N. menisculus</i> Schumann
<i>C. cistula</i> (Ehrenberg) Kirchner	<i>N. menisculus</i> var. <i>upsaliensis</i> Grunow
<i>C. cistula</i> var. <i>gibbosa</i> Brun	<i>N. minuscula</i> Grunow
<i>C. cymbiformis</i> Agardh	<i>N. mutica</i> Kützing
<i>C. microcephala</i> Grunow	<i>N. mutica</i> var. <i>cohnii</i> (Hilse) Grunow
<i>C. minuta</i> Hilse ex Rabenhorst	<i>N. mutica</i> var. <i>undulata</i> (Hilse) Grunow
<i>C. muelleri</i> Hustedt	<i>N. notha</i> Wallace
<i>C. silesiaca</i> Bleisch	<i>N. odiosa</i> Wallace
<i>C. tumida</i> (Brébisson) Van Heurck	<i>N. perminuta</i> Grunow
<i>C. turgidula</i> Grunow	<i>N. pupula</i> Kützing
<i>Cymbella</i> sp.	<i>N. radiosa</i> Kützing
<i>Diploneis smithii</i> (Brébisson ex W. Smith) Cleve	<i>N. radiosa</i> var. <i>parva</i> Wallace
<i>D. smithii</i> var. <i>dilatata</i> (M. Peragallo) Boyer	<i>N. radiosa</i> var. <i>tenella</i> (Brébisson) Grunow
<i>D. ovalis</i> (Hilse) Cleve	<i>N. rhyncocephala</i> Kützing
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	<i>N. salinarum</i> Grunow
<i>Gomphoneis herculeana</i> (Ehrenberg) Cleve	<i>N. tripunctata</i> (O. F. Müller) Bory
	<i>N. veneta</i> Kützing

Tabla 2. Continuación. *Continuation.*Clase **BACILLARIOPHYCEAE** (continuación)*N. viridula* (Kützing) Ehrenberg*N. viridula* var. *linearis* Hustedt*Navicula* sp.*Neidium iridis* (Ehrenberg) Cleve*Pinnularia abaujensis* (Pantocsek) Ross*P. abaujensis* var. *linearis* (Hustedt) Patrick*P. acrosphaeria* W. Smith*P. borealis* Ehrenberg*P. borealis* var. *rectangularis* Carlson*P. braunii* var. *amphicephala* (A. Mayer) Hustedt**Figura 9.** Variación de la densidad total y por clases algales de la comunidad epilítica en el río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina) durante el período Junio 1988-Junio 1989. *Variation in density of total epilithon and of each algal group in river Piedra Blanca (Córdoba, Argentina) during the period June 1988-June 1989.*

la var. *lineata*, *Cymbella affinis*, *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia frustulum* y *Synedra ulna* fueron más abundantes en los meses de setiembre de 1988, y mayo y junio de 1989. El mínimo valor de densidad de las Chlorophyceae se registró en el mes de marzo con 93 org/cm² y el máximo fue de 17 353 org/cm² en el mes de junio de 1989, *Stigeoclonium stagnatile*, *Monoraphidium* sp. y *Cladophora glomerata* fueron las más abundantes. En la clase *Cyanophyceae* la mínima densidad se presentó en el mes de diciembre con 28 org/cm² y la más elevada en el mes de enero con 104 343 org/cm². En esta comunidad *Lyngbya* sp también fue la más abundante (Tabla 3).

Tabla 3. Composición específica y densidad de la comunidad fitoplanctónica y epilítica del río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina) durante el período Junio 1988-Junio 1989. *Phytoplankton and epilithon species composition and abundance in river Piedra Blanca (Córdoba, Argentina) during the period June 1988-June 1989.*

Fitoplancton		Epilítion	
Especies	Densidad Org/ml	Especies	Densidad Org/cm ²
BACILLARIOPHYCEAE		BACILLARIOPHYCEAE	
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i>	119	<i>Synedra ulna</i>	65 614
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	119	<i>Cymbella affinis</i>	429 245
<i>Reimeria uniseriata</i>	47	<i>Navicula cryptocephala</i>	32 811
<i>Melosira varians</i>	21	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i>	31 453
		<i>Achnanthes minutissima</i>	29 627
		<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	29 083
		<i>Nitzschia frustulum</i>	25 087
CHLOROPHYCEAE		CHLOROPHYCEAE	
<i>Spirogyra</i> sp.	2	<i>Stigeoclonium stagnatile</i>	15 843
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	2	<i>Monoraphidium</i> sp.	4 225
<i>Pediastrum boryanum</i>	2	<i>Cladophora glomerata</i>	2 632
<i>Scenedesmus ecornis</i>	1		
CYANOPHYCEAE		CYANOPHYCEAE	
<i>Lyngbya</i> sp ₁	4	<i>Lyngbya</i> sp ₁	104 342

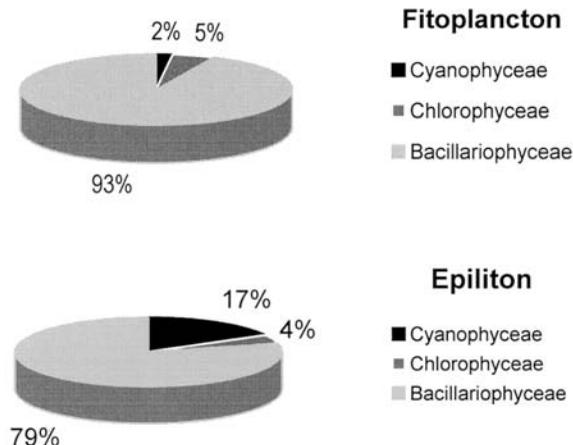


Figura 10. Distribución anual en tantos por ciento de la densidad del fitoplancton y epilíton en el río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina) durante el período Junio 1988-Junio 1989. *Annual percentage of phytoplankton and epilithon densities in the River Piedra Blanca (Córdoba, Argentina) during the period June 1988-June 1989.*

El índice de diversidad varió entre 0.48 bits/cél en enero y 4.15 bits/cél, en el mes de mayo. La equitabilidad presentó un rango de variación entre 0.17 en el mes de enero y 1 en agosto y diciembre de 1988 (Tabla 4).

Análisis comparativo de la comunidad planctónica y epilítica

La clase Bacillariophyceae contribuyó con un 93 % de las algas en fitoplancton y un 79 % del epilíton. Las muestras de fitoplancton estuvieron formadas además por un 5 % de Chlorophyceae y un 2 % de Cyanophyceae. Las muestras del epilíton estuvieron formadas por un 4% de Chlorophyceae y un 17 % de Cyanophyceae (Fig. 10).

Cocconeis placentula, con las variedades *euglypta* y *lineata*, fueron las que más aportaron a la densidad de fitoplancton, mientras que la contribución más elevada a la densidad epilítica estuvo dada por *Cymbella affinis* y *Synedra ulna*. Respecto a las Chlorophyceae las especies *Spirogyra* sp., *Dictyosphaerium pulchellum*, *Scenedesmus ecornis* y *Pediastrum boryanum* fueron las principales contribuyentes a la densidad de la fitoplancton y *Stigeoclonium stagnati-*

Tabla 4. Comparación del Índice de Diversidad (Shannon-Weaver) y Equitabilidad de la comunidad fitoplanctónica y epilítica del río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina) durante el período Junio 1988-Junio 1989. *Comparison of phytoplankton and epilithon Diversity (Shannon-Weaver) and Equitability Index during the period June 1988-June 1989.*

Meses	Diversidad		Equitabilidad	
	Fitopl.	Epil.	Fitopl.	Epil.
Jun 88	2.40	2.91	0.83	0.74
Jul	2.00	3.00	0.57	0.77
Ago	2.63	3.75	0.77	1.00
Set	1.63	3.45	0.52	0.93
Oct	2.58	3.92	0.69	0.98
Nov	2.72	3.90	0.67	0.87
Dic	3.57	3.79	0.79	1.00
Ene	3.36	0.48	0.75	0.17
Feb	3.42	2.27	0.85	0.54
Mar	2.67	2.99	0.77	0.78
Abr	2.94	3.40	0.84	0.98
May	2.87	4.15	0.75	0.89
Jun 89	2.17	3.97	0.56	0.89

le, Monoraphidium sp. y *Cladophora glomerata* al epilíton. De las Cyanophyceae, *Lyngbya* sp. fue la especie que contribuyó a la densidad de ambos compartimientos (Tabla 3).

El dendrograma obtenido por la aplicación del método de clasificación divisivo Twinspan organiza dos agrupamientos. El grupo I se conforma de muestras epilíticas, donde la especie asociada más abundante fue *Gomphonema minutum*. El grupo II se subdivide en el agrupamiento III y IV con asociaciones de muestras de fitoplancton y epilíticas. En estos subgrupos las especies más abundantes fueron: *Cocconeis placentula* var. *euglypta* y *Navicula cryptocephala* en el grupo III y la especie *Synedra ulna* en el grupo IV (Fig. 11).

Relación de los factores ambientales con los compartimientos fitoplanctónicos y epilíticos

Entre los factores abióticos analizados, se seleccionaron aquellos que presentaron coeficientes de correlación lineal significativos con alguna variable biológica: temperatura, pH, conductividad y sólidos disueltos.

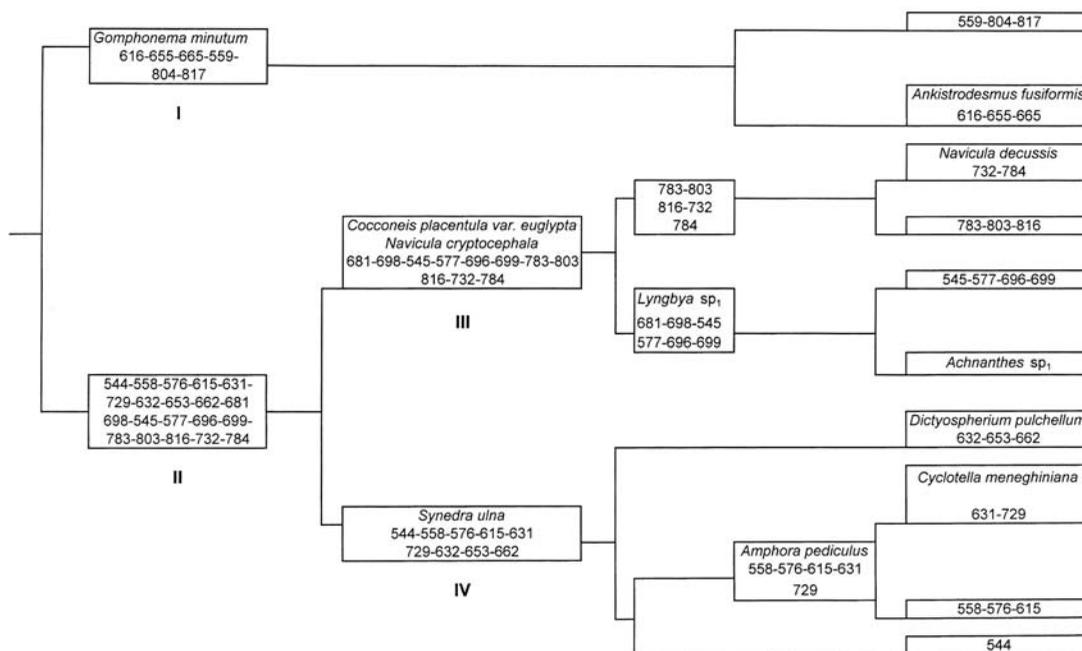


Figura 11. Dendrograma de la clasificación de las especies algales asociadas a las muestras mediante la aplicación del método Twinspan. N°: ver programa de muestreo. *Dendrogram showing the classification of algae species associated to the samplings (Twinspan method). N°: see sampling programme.*

En la fitoplancton el pH, la conductividad y la concentración de sólidos disueltos fueron los factores que más estrechamente se relacionaron con la riqueza específica total y la riqueza específica de diatomeas en forma positiva y con la diversidad negativamente ($p < 0.01$ y $p < 0.05$). Estos factores también estuvieron relacionados negativamente con la densidad de clorofitas con valores ligeramente menores ($p < 0.05$). La conductividad y los sólidos disueltos se relacionaron negativamente con una de las especies más abundantes *Reimeria uniseriata* (Tabla 5).

En la comunidad epilítica, el pH, la conductividad y los sólidos disueltos incidieron negativamente en la diversidad y positivamente con la equidad ($p < 0.01$). De éstos valores la concentración de sólidos disueltos obtuvo relaciones negativas significativas con la densidad de diatomeas y con la densidad de clorofitas ($p < 0.01$). Algunas de las especies más abun-

dantes de diatomeas, tales como *Cocconeis placentula*, *Gomphonema parvulum* y *Achnanthes minutissima*, se relacionaron negativamente con el pH y la conductividad ($p < 0.01$), mientras que *Navicula cryptocephala* y *Reimeria uniseriata* solo se relacionaron con la conductividad ($p < 0.01$) (Tabla 5).

DISCUSIÓN

La comunidad algal del río Piedra Blanca presentó características que, en general, no se apartan de las dadas a conocer en otros ríos de ambientes serranos. Las especies algales dominantes en los compartimientos de fitoplancton y adherido pertenecieron a la clase Bacillariophyceae y Chlorophyceae, componentes que se reportan para ríos y arroyos del país y otras latitudes (Esho & Benson-Evans, 1984, Esho & Benson-Evans, 1984, Martínez de Fabricius,

Tabla 5. Coeficiente de correlación lineal simple (r), múltiple (R) y de determinación simple (r^2) y múltiple (R^2). Variable dependiente -cada descriptor biológico (1)-; variable independiente -factores abióticos. Referencias: 2: temperatura; 3: pH; 4: conductividad; 5: sólidos disueltos. *Coefficients of simple (r) and multiple (R) lineal correlation, and of simple (r^2) and multiple determination (R^2). References: 2: temperature; 3: pH; 4: conductivity; 5: dissolved solids.*

FITOPLANCTON	$R_{1,2}$	$r^2_{1,2}$	$R_{1,2,3}$	$R^2_{1,2,3}$	$R_{1,2,3,4}$	$R^2_{1,2,3,4}$	$R_{1,2,3,4,5}$	$R^2_{1,2,3,4,5}$
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
Equitabilidad	-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
EPILITON	$R_{1,2}$	$r^2_{1,2}$	$R_{1,2,3}$	$R^2_{1,2,3}$	$R_{1,2,3,4}$	$R^2_{1,2,3,4}$	$R_{1,2,3,4,5}$	$R^2_{1,2,3,4,5}$
Densidad	-0.2600	6.76	0.3089	9.54	0.3888	15.12	0.4871	23.72
Densidad diatomeas	-0.4002	16.02	0.4571	20.89	0.5213	27.17	0.7022	49.31
Densidad Chlorophyta	0.2060	4.25	0.5377	28.91	0.5562	30.93	0.6644	44.15
Riqueza específica (RE)	-0.0373	0.14	0.2644	6.99	0.3925	15.40	0.4908	24.09
R E diatomeas	-0.1581	2.50	0.3701	13.70	0.4929	24.29	0.5263	27.70
Diversidad	-0.2245	5.04	0.7107	50.50	0.7107	50.51	0.7261	52.73
Equitabilidad	0.2478	6.14	0.7146	51.06	0.7163	51.30	0.7163	51.31
<i>Cocconeis placentula</i>	-0.6139	37.69	0.6502	42.28	0.8121	65.94	0.8579	73.60
<i>Gomphonema parvulum</i>	-0.5836	34.06	0.7454	55.56	0.7532	56.73	0.7597	57.72
<i>Navicula cryptocephala</i>	-0.5108	26.09	0.5175	26.78	0.8984	80.71	0.9284	86.19
<i>Reimeria uniseriata</i>	-0.5647	31.89	0.5774	33.34	0.7157	51.22	0.8031	64.50
<i>Achnanthes minutissima</i>	-0.6390	40.84	0.7037	49.52	0.7418	55.03	0.8689	75.50

1986; Martínez de Fabricius & Corigliano, 1989; Zalocar de Domitrovic, 1992; O'Farrell, 1993; Gosselain *et al.*, 1994, Rojo *et al.*, 1994, Anselmi de Manavella & García de Emiliani, 1995). Las Cyanophyceae sólo predominaron en el epilíton, el resto de las clases algales estuvieron pobremente representadas durante el período de estudio.

Los efectos de la velocidad de corriente sobre la abundancia del epilíton han sido mencionados por diversos autores (Ács & Kiss, 1993; Stevenson & Glover, 1993). Peterson & Stevenson (1992) afirmaron que tanto la estructura de la comunidad así como la diversidad están periódicamente sujetas a las variaciones de la velocidad de corriente, e incluso están aso-

ciadas a la presencia de hábitats secundarios representados por algas filamentosas. En relación a este factor Antoine & Benson-Evans (1982) comprobaron que cuando las variaciones de la velocidad de corriente son importantes se produce una relación inversa entre la densidad de la comunidad epilítica y esta variable. Especies caracterizadas por Patrick (1977) y Kawamura & Hirano (1992) por presentar hábito bentónico se han encontrado únicamente formando parte del fitoplancton. Esta acentuada proporción de organismos "no planctónicos" en la fracción de fitoplancton hace suponer un aporte más o menos continuo del epilíton como consecuencia de las características geomorfológicas e hidrológicas del río.

Una particularidad de esta última comunidad fue su elevada densidad en relación a otros ríos de la provincia de Córdoba de similares características (Martínez de Fabricius & Corigliano, 1989; Luque *et al.*, 1997, Luque & Martínez de Fabricius, 2000). La máxima riqueza de especies y densidad se corresponde inversamente con las precipitaciones: cuando los valores pluviométricos son máximos, la densidad del epilíton disminuye abruptamente. Esto coincide con lo puntualizado por Hynes (1970) y Liaw & McCrimmon (1978) que consideran que en un río de régimen torrencial, como el que presenta el río Piedra Blanca, la acción abrasiva de la corriente es un factor responsable de la pérdida de algas epilíticas.

Las Bacillariophyceae predominaron cualitativamente y cuantitativamente en ambas comunidades, principalmente el orden Pennales, mientras que especies del orden Centrales estuvieron poco representadas. Estos resultados difieren de las observaciones de Molloy (1992) quien afirma que las diatomeas céntricas se presentan con mayor frecuencia río abajo y no en tramos de cabecera. Sin embargo, investigaciones realizadas en el río Cuarto por Martínez de Fabricius (1996) ponen en evidencia que el déficit de diatomeas céntricas ocurre tanto en zonas de cabeceras como río abajo.

En el río Piedra Blanca, las condiciones ambientales, alta transparencia del agua, moderada velocidad de corriente, poca profundidad, largos períodos de luz solar y temperaturas relativamente altas, favorecen el desarrollo de clorófitas, especialmente filamentosas, las que predominaron en número de especies y densidad durante los meses de primavera-verano. Resultados similares se obtuvieron para otros cursos de agua bajo condiciones hidrológicas semejantes (Martínez de Fabricius, 1986; Martínez de Fabricius & Corigliano, 1989; O'Farrell, 1993). El número de especies de Desmidiaceae, y su mayor frecuencia en la fitoplancton se corresponde con las condiciones físicas y químicas señaladas como adecuadas para su ocurrencia, mientras que en las épocas de estiaje disminuye, coincidente con un aumento de la concentración iónica, elevados valores de conductividad y sólidos disueltos. La relación negati-

va de las Desmidiáceas con la conductividad, pH y sólidos disueltos coinciden con los estudios realizados por O'Farrell & Izaguirre (1994) y O'Farrell (1994) en las cuenca del Río de La Plata.

Es muy frecuente observar filamentos de *Cladophora glomerata* en los meses de septiembre y octubre época en la cual esta macroalga presenta su máximo crecimiento. Parte del talo se desprende y es transportado por la corriente (Martínez de Fabricius, 1986; Dell'uomo, 1991). Cabe señalar la presencia ocasional de *Stigeoclonium stagnatile* con elevada densidad en el mes de junio de 1989. Estudios realizados por Antoine & Benson-Evans (1985) afirman que es más frecuente encontrar la porción postrada de dicha especie. En el río Piedra Blanca, en cambio, se presentó con mayor frecuencia el talo completo de esta especie, no fragmentado en su porción postrada y erecta.

La dominancia de las Cyanophyceae en el epilíton durante el verano también se ha comprobado en estudios realizados en el río Samborombón por Solari & Claps (1996).

La estructura y dinámica de la comunidad de fitoplancton y epilítica del río Piedra Blanca, estuvieron controladas por factores físicos interactuando con los hidrológicos. Esta marcada influencia de los factores físicos, se ha señalado en la literatura para otros sistemas lóticos (Reynolds, 1992; Anselmi de Manavella & García de Emiliani, 1995).

CONCLUSIONES

- La comunidad fitoplanctónica fue la que registró mayor riqueza específica, mientras que la epilítica predominó en densidad de organismos.
- La clase Bacillariophyceae predominó sobre las restantes clases algales, destacándose las diatomeas pennadas.
- Las Chlorophyceae fueron subdominantes en el fitoplancton, en el epilíton subdominaron las Cyanophyceae.
- El pH, conductividad y sólidos disueltos fueron los factores abióticos que mejor explica-

ron las variaciones de los descriptores biológicos en ambas comunidades.

- El método Twispan separó en primer instancia las muestras según la densidad de una determinada especie mientras que los agrupamientos finales se subdividieron según las comunidades a la cual pertenecen las muestras.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁCS, É. & K. T. KISS. 1993. Effects of the water discharge on periphyton abundance and diversity in a large river (River Danube, Hungary). *Hydrobiologia*, 249: 125-133.
- ALLAN, J. D. 1995. *Stream Ecology. Structure and function of running waters*. Chapman & Hall Edts. N. Y.
- ANSELMINI de MANAVELLA, M. I. & M. O. GARCÍA 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.
- ANTOINE, S. E. & K. BENSON-EVANS. 1982. The effect of current velocity on the rate of growth of benthic algal communities. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.*, 67: 575-583.
- ANTOINE, S. E. & K. BENSON-EVANS. 1985. Benthic algal flora of the River Wye System, Wales, U.K. *Nova Hedwigia*, 42: 31-47.
- ARCHIBALD, R. E. M. 1983. The Diatoms of the Sundays and Great at Fish Rivers in the Eastern Cape Province of South Africa. *J. Cramer Vaduz. Bibl. Diatomológica*, 1: 1-362, 34 láms.
- 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. GONZÁLEZ URDA. 1995. Structural changes and dynamics of the phytoplankton along a highly polluted lowland river of Argentina. *J. Aquatic Ecosystem Health*, 4: 59-75.
- CORIGLIANO, M. del C., A. L. MARTÍNEZ de FABRICIUS, M. E. LUQUE & N. GARI. 1994. Patrones de distribución de variables fisicoquímicas y biológicas en el río Chocancharava (Cuarto) (Córdoba, Argentina). *Rev. UNRC*, 14(2): 177-194.
- 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.
- DELL'UOMO, A. 1991. Use of benthic macroalga for monitoring rivers in Italy. En: *Use of algae for monitoring rivers*. B. A. Whitton, E. Rott & G. F. Friedrich (eds.): 129-137. Institut für Botanik, Universität Innsbruck.
- DESIKACHARY, T. V. 1959. *Cyanophyta*. New Delhi. Ed. Board. 545 pp.
- ESHO, R. T. & K. BENSON-EVANS. 1984. Algal studies of the River Ely, South Wales, U. K. II Epilithic Algae. *Nova Hedwigia*, 40: 387-421.
- ESHO, R. T. & K. BENSON-EVANS. 1984. Algal studies of the River Ely, South Wales, U. K. I. Phytoplankton. *Nova Hedwigia*, 40: 347-368.
- GARCÍA de EMILIANI, M. O. 1990. Phytoplankton ecology of the Middle Paraná River. *Acta Limnol. Brasil*, 3: 391-417.
- GERMAIN, H. 1981. *Flore des Diatomées*. Paris. Ed. Boubée. 448 pp.
- GOSELAIN, V.; J. P. DESCY & E. EVERBECQ. 1994. The phytoplankton community of the River Meuse, Belgium: seasonal dynamic (year 1992) and the possible incidence of zooplankton grazing. En: *Phytoplankton in turbid environments: river and shallow lakes*. J. P. Descy, C. S. Reynolds & J. Padišák (eds.). *Hydrobiologia*, 289: 179-191.
- HILL, M. O. 1979. *TWINSPAN-a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Ecology and Systematics*, Cornell University, Ithaca, N. Y.
- HYNES, H. B. N. 1970. *The Ecology of Running Waters*. Univ. Toronto Press., Toronto.
- KAWAMURA, A. & R. HIRANO. 1992. Seasonal changes in benthic diatom communities colonizing glass slides in Aburatsubo bay, Japan. *Diat. Res.* 7(2): 227-239.
- KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1986. *Bacillariophyceae 2. Naviculaceae. 2/1*. Jena. G. F. Verlag. 875 pp.
- KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1988. *Bacillariophyceae 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae 2/2*. G. Fischer. Stuttgart. 596 pp.
- KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1991a. *Bacillariophyceae 3. Centrales, Fragilariaceae*,

- Eunotiaceae* 2/3. New York. G. Fischer. Stuttgart. 576 pp.
- KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1991b. *Bacillariophyceae* 4. *Achnantheaceae* 2/4. New York. G. Fischer. Stuttgart. 437 pp.
- LIAW, W. K. & H. R. MacCRIMMON. 1978. Assessing changes in biomass of river bed periphyton. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.*, 63: 155-171.
- LOEZ, C. R. & A. SALIBIAN. 1990. Premières données sur le phytoplancton et les caractéristiques physico-chimiques du río Reconquista (Buenos Aires, Argentine). *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 23(4): 283-296.
- LUQUE, M. E., A. L. MARTÍNEZ de FABRICIUS & E. N. GARI. 1994. El componente algal en transporte en ríos y arroyos serranos de la cuenca del río Cuarto (Córdoba, Argentina). *Tankay*, 1: 55-57.
- 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(1): 49-67.
- LUQUE, M. E. & A. L. MARTÍNEZ de FABRICIUS. 2000. Ficoflora fitoplanctónica y epilítica del río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina). *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 (Córdoba)*. Tesis Doctoral N° 673, Universidad Nacional de La Plata. 298 pp. 17 láms.
- MARTÍNEZ de FABRICIUS, A. L., M. C. FERNANDEZ BELMONTE, E. N. GARI & M. del C. CORIGLIANO. 1988. Análisis del componente algal en transporte en ríos y arroyos del Valle de Calamuchita (Córdoba, Argentina). *Rev. UNRC*, 8(1): 95-110.
- 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. 1989. Estudios sistemáticos de las bacillariophyceae del Río Grande (Dpto. Calamuchita, Prov. Córdoba, Argentina), Pennales I. *Bol. Soc. Argent. Bot.*, 26(1): 13-21.
- MARTÍNEZ de FABRICIUS, A. L. & E. N. GARI. 1991. Estudios sistemáticos de las Bacillariophyceae del Río Grande (Dpto. Calamuchita, Prov. Córdoba, Argentina), Pennales II. *Bol. Soc. Argent. Bot.*, 27(3-4): 207-215.
- MARTÍNEZ DE FABRICIUS, A. L., GARI, E. N. 1996. Estudios Sistemáticos de las Bacillariophyceae del Río Grande (Departamento de Calamuchita, Córdoba, Argentina). Pennales III. *Bol. Soc. Argent. Bot.*, 32(1-2): 21-35.
- MOLLOY, J. M., 1992. Diatom communities along stream longitudinal gradients. *Freshwater Biol.*, 28: 59-69.
- O'FARRELL, I. 1993. Phytoplankton ecology and limnology of the Salado River (Buenos Aires, Argentina). *Hydrobiología*, 271: 169-178.
- 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.
- O'FARRELL, I. 1994. Comparative analysis of the phytoplankton of fifteen lowland fluvial systems of the River Plate Basin (Argentina). *Hydrobiología*, 289: 109-117.
- PATRICK, R. & C. W. REIMER. 1966. The Diatoms of the United States exclusive of Alaska and Hawaii. Vol. 1. *Acad. Nat. Sci. Philadelphia. Monog.*, 13: 1-688.
- PATRICK, R. & C. W. REIMER. 1975. The Diatoms of the United States exclusive of Alaska and Hawaii. Vol. 2. *Acad. Nat. Sci. Philadelphia. Monog.*, 13: 1-213.
- PATRICK, R. 1977. Ecology of freshwater diatoms and diatom communities (p. 284-332). En: D. Werner (Ed.). *The Biology of diatoms*. Oxford. London. (Blackwell Scientific publications). 498 pp.
- PETERSON, C. G. & R. J. STEVENSON. 1992. Resistance and resilience of lotic algal communities: importance of disturbance timing and current. *Ecology*, 73 (4): 1445-1461.
- PRESCOTT, G. M. 1962. *Algae of the Western Great lake area*. N. M. C. Brow. Co. Inc. 660 pp.
- REYNOLDS, C. S. 1992. Algae. En: *The Rivers Handbook*. P. Calow & G. E. Petts (eds.) Vol. 1: 195-215.
- ROUT, J. & J. P. GAUR. 1994. Composition and dynamics of epilithic algae in a forest stream at Shillong (India). *Hydrobiología*, 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.
- SHANNON, C. E. & W. WEAVER. 1963. *The mathematical theory of communication*. Univ. Illinois Press, Urbana.
- SINSABAUGH, R. L., T. WEILAND & A. E. LINKINS. 1991. Epilithon patch structure in boreal river. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 10 (4): 419-429.
- 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.
- SOLARI, L. C. & M. C. CLAPS. 1996. Planktonic and benthic algae of a pampean river (Argentina): comparative analysis. *Annals limnol.* 32(2): 89-95.
- STEVENSON R. J. & R. GLOVER. 1993. Effects of algal density and current on ion transport through periphyton communities. *Limnol. Oceanogr.*, 38(6): 1276-1281.
- STRAHLER, A. N. 1981. *Geografía Física*. Ed. Omega. Barcelona.
- VENRICK, E. L. 1995. Muestreo y submuestreo del fitoplancton marino y dulceacuícola. En: *Manual de Métodos Ficológicos*. E. C. Oliveira & E. Sar (eds.): 200-210.
- VILLAFAÑE, V. E. & F. M. H. REID. 1995. Métodos de microscopia para la cuantificación del fitoplancton. En: *Manual de Métodos Ficológicos*. K. Alveal, M. E. Ferrario, E. C. Oliveira & E. Sar (eds): 169-185.
- ZALOCAR de DOMITROVIC, Y. 1992. Fitoplancton de ambientes inundables de río Paraná (Argentina). *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 25(3): 177-188.