

## VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA COMUNIDAD MICROFITOPLANCTÓNICA DEL CURSO MEDIO DEL RÍO COLORADO (LA PAMPA-ARGENTINA)

A.E. BIASOTTI<sup>1</sup>, S.B. ÁLVAREZ<sup>1</sup>, G.I. BAZÁN<sup>1</sup> & A.L. MARTÍNEZ DE FABRICIUS<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNLPam. Av. Uruguay 151, Santa Rosa, La Pampa.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, UNRC.

e-mail: [abiasotti@exactas.unlpam.edu.ar](mailto:abiasotti@exactas.unlpam.edu.ar)

**ABSTRACT.** We analyzed the seasonal variation of the phycoflora in the Colorado River alluvium with the aim of expanding knowledge of algal biodiversity in lotic environments of the province of La Pampa. The study area is located in the middle basin of the Colorado River (38° 49' S and 64° 59' W), Lihue Calel, which is the natural limit between La Pampa and Río Negro provinces. The site is located 122 meters above sea level with a channel width of 113 m. Samples were collected according to the standard methodology for lotic environments during autumn 2010 - autumn 2011. Physicochemical parameters were measured *in situ*. Water temperature ranged from 3.4 to 24°C for winter and summer respectively. The pH ranged between 8.1 and 8.6, the conductivity varied between 938 and 1950  $\mu\text{S cm}^{-1}$  and the flow velocity ranged between 0.5 and 0.9  $\text{m sec}^{-1}$ . Phytoplankton samples were deposited in the Herbarium SRFA (UNLPam). 163 taxa were identified mostly belonging to Bacillariophyceae (42%). Chlorophyceae contributed 36%, while 17% Cyanobacteria, Euglenophyceae, Dinophyceae, Rhodophyceae and Xanthophyceae were found as companions taxa. The similarity of biodiversity in the alluvial section of the Colorado River is almost 70% as observed in the dendrogram resulting from the application of the Bray Curtis index, and grouped according to a seasonal sampling sequence.

**Key words:** phycoflora; lotic environment; similarity index.

**Palabras clave:** ficoflora; ambiente lóticos; índice de similitud.

### INTRODUCCIÓN

Los sistemas lóticos son ecosistemas complejos íntimamente unidos a sus cuencas de drenaje. Su comportamiento o actividad como red fluvial exteriorizan el clima, la geomorfología y el uso de la tierra. Las características propias del flujo, tales como el ancho del canal, profundidad, pendiente, velocidad de corriente, sustrato y vegetación litoral de ribera, tienen gran influencia sobre la estructura de las comunidades bióticas. Los organismos de los ríos tienen un gran impacto en la transformación de la materia autóctona y alóctona al influir sobre el momento y tasa de liberación, así como la distribución de la materia orgánica incorpo-

rada y los nutrientes exportadas a los lagos o humedales que reciben sus aguas (Kalff, 2001).

En su mayor parte, la biota autótrofa de los ríos está constituida por las algas, organismos procariotas y eucariotas, las cuales habitan una extensa multiplicidad de ambientes. Las Bacillariophyceae, por su riqueza específica y diversidad de formas de vida, constituyen el principal grupo algal presente en la mayoría de los sistemas lóticos, acompañado por representantes de Cyanobacteria y Chlorophyceae (Elosegi y Sabater, 2009).

El exorreísmo de la provincia de La Pampa se encuentra representado por el río

Colorado y el sistema Salado-Atuel-Chadileuvú-Curacó. El primero forma el límite natural con la provincia de Río Negro, mientras que el segundo no exhibe caudal desde el año 2007.

Dada su importancia socioeconómica y geopolítica, el Comité Interjurisdiccional del Río Colorado (COIRCO), realiza desde el año 1981 monitoreos de la calidad físico-química del agua. Los primeros antecedentes limnológicos se localizan en el Embalse Dique Casa de Piedra con estudios de la ficoflora y el estado trófico (Álvarez *et al.*, 1993; Wenzel *et al.*, 1996; Bazán *et al.*, 2008, Echaniz *et al.*, 2008). Recientemente han comenzado estudios sobre la composición florística del río Colorado en la zona alta aguas arriba del embalse y aguas abajo del mismo embalse (Galea *et al.*, 2012) y conjuntamente estudios de la zona media aluvial (Biasotti *et al.*, 2012, 2013).

Este trabajo se centra en el estudio de la biodiversidad algal en ambientes lóticos de la provincia de La Pampa, a través del análisis de la variación estacional de la ficoflora de la zona aluvial del río Colorado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El Río Colorado, curso alóctono de la pendiente Atlántica, de régimen principalmente nival, vierte al Mar Argentino un caudal medio anual de  $150 \text{ m}^3\text{seg}^{-1}$  (1940-2009). Nace de la confluencia de los ríos cordilleranos Grande y Barrancas, con una cuenca aproximada de  $47500 \text{ km}^2$  compartida por las provincias de Mendoza, Neuquén, Río Negro, La Pampa y Buenos Aires (COIRCO, 2010). Recorre casi 900 km separando la Meseta Patagónica y la Llanura Pampeana desembocando en un amplio delta (Blasi, 1986).

Si bien el caudal máximo se da en los meses de verano, a partir de los deshielos cordilleranos existe una pequeña influencia

dada por los aportes pluviales en la cuenca baja del río Grande o del río Barrancas durante los meses de otoño (Alvarellos y Hernández, 1982).

El área de estudio está incluida dentro de la provincia del Monte (Cabrera, 1976), con clima continental árido, escasas precipitaciones concentradas en primavera y otoño, gran amplitud térmica diaria y posibilidad de heladas tanto tempranas como tardías (Alvarellos y Hernández, 1982).

El sitio de muestreo se localiza en la cuenca media del río Colorado (Departamento Lihue Calel), aguas abajo de la toma de agua del Acueducto Aguas del Colorado, Estación de Bombeo I, ( $38^\circ 49' \text{ S}$  y  $64^\circ 59' \text{ W}$ ) a 122 msnm, con un ancho aproximado de cauce de 113 m. El sitio presenta una escasa llanura de inundación con abundante afloramiento del basamento (Fig. 1).

### Trabajo de campo y laboratorio

Se colectó la fracción fitoplanctónica  $>20 \mu\text{m}$  en forma estacional durante el período

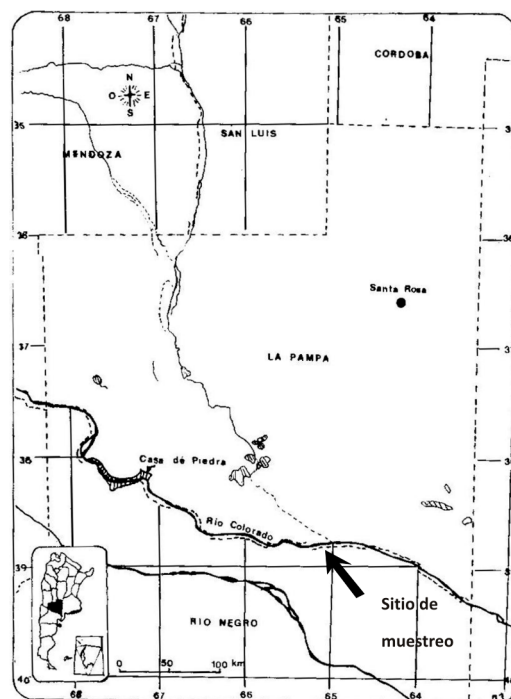


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

otoño 2010-otoño 2011 para su estudio cualitativo. Las muestras, fijadas con formaldehído al 4%, se incorporaron al Herbario de Investigación de la Facultad de Agronomía, UNLPam, bajo las siglas SRFA.

*In situ* se midieron parámetros físico-químicos: pH (Hanna HI 9635), conductividad (ORION model 250 A), temperatura del agua (termómetro de mercurio) y velocidad de corriente (objeto desplazado por el agua; Schwoerbel, 1975).

A partir de alícuotas de las muestras madre se realizó la eliminación de la materia orgánica de las diatomeas (Battarbee, 1986) y su posterior montaje en preparados permanentes (Hasle, 1978).

Mediante el empleo de microscopio Kyowa Medilux-12, con Cámara Clara de Abbe se identificó el material fitoplanctónico recolectado. Las determinaciones taxonómicas se realizaron considerando trabajos de Hustedt (1930), Geitler (1932), Desikachary (1959), Patrick y Reimer (1966, 1975), Prescott (1982), Komárek y Fott (1983), Krammer y Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a,b), Komárek y Anagnostidis (2005), y estudios de floras locales y regionales de Argentina (Martínez de Fabricius, 1996, 2000; Mirande *et al.*, 1999; Seeligmann *et al.*, 2001; Luque y Martínez de Fabricius, 2002, 2003, 2005; Bazán, 2010).

Para comparar el listado de especies se elaboró una matriz binaria (presencia-ausencia), considerando las estaciones del año. Utilizando el coeficiente de similitud de Bray Curtis (BioDiversity Pro, McAlece *et al.*, 1997) se realizó el dendrograma que muestra la relación del grado de similitud de especies entre los muestreos realizados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Parámetros abióticos

Durante el período otoño 2010-otoño 2011, los valores de pH registrados se mantuvieron con tendencia alcalina. La conduc-

tividad varió entre 938  $\mu\text{S cm}^{-1}$  y 1950  $\mu\text{S cm}^{-1}$  en otoño y verano 2011 respectivamente (Tabla 1).

La temperatura del agua osciló entre 3,4 °C en invierno 2010 y 24 °C en verano 2011, mientras que la velocidad de corriente medida *in situ* fluctuó en el rango de 0,5 a 0,9 m  $\text{seg}^{-1}$  (Tabla 1).

**Tabla 1.** Parámetros físico-químicos determinados en la zona aluvial del Río Colorado.

	Conductividad ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	pH	Temp. Agua (°C)	Vel. Corr. (m $\text{seg}^{-1}$ )
OTOÑO'10	1044	8,79	16	0,58
INVIERNO'10	1300	8,49	4,7	0,62
PRIMAVERA'10	1245	8,31	20	0,57
VERANO'11	1250	8,60	25	0,50
OTOÑO'11	1097	8,49	19	0,40

### Fitoplancton

Se identificaron 163 taxones pertenecientes a los grupos Cyanobacteria (28), Chlorophyceae (58), Bacillariophyceae (69), Dinophyceae (2), Euglenophyceae (3), Rhodophyceae (2) y Xanthophyceae (1) (Tabla 2).

La ficoflora presente en el tramo de estudio se caracteriza por una elevada riqueza de especies, con preponderancia de las clases Bacillariophyceae, Chlorophyceae y Cyanophyceae (Fig. 2). En concordancia con los estudios realizados en el río Cuarto (Martínez de Fabricius, 1996; Pérez, 2002; Luque y Martínez de Fabricius, 2003), la clase Bacillariophyceae aporta la mayor parte de los organismos identificados, principalmente de las formas pennadas (Polla, 2006). Dicha primacía, coincide con ríos de bajo orden (Martínez de Fabricius *et al.*, 1988; Mirande *et al.*, 2009) como el río Colorado. Estos resultados difieren con lo observado por Molloy (1992) respecto a la mayor frecuencia de diatomeas céntricas aguas abajo que en tramos de cabecera.

**Tabla 2.** Distribución estacional y frecuencia relativa de las algas presentes en la zona aluvial del río Colorado. Otoño 2010-Otoño 2011.

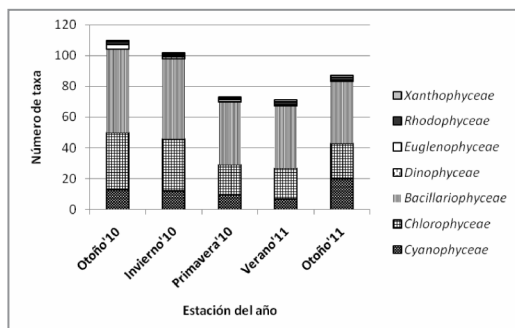
	O.10	I.10	P.10	V.11	O.11	FR		O.10	I.10	P.10	V.11	O.11	FR
CLASE CYANOPHYCEAE							CLASE BACILLARIOPHYCEAE						
<i>Anabaena</i> sp	x	x	x	x	x	100	<i>Amphiprora</i> sp		x				20
<i>Anabaena naviculoides</i>					x	20	<i>Amphora ovalis</i>		x				20
<i>Anabaena variabilis</i>					x	20	<i>Amphora veneta</i>	x	x		x	x	80
<i>Calothrix</i> sp		x				20	<i>Aulacoseira granulata</i>	x	x	x	x	x	100
<i>Chamaesiphon</i> sp		x			x	40	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	x	x	x		x	80
<i>Chamaesiphon confervicola</i>			x		x	40	<i>Biddulphia laevis</i>	x	x	x	x	x	100
<i>Dichothrix compacta</i>		x				20	<i>Caloneis</i> sp	x	x				40
<i>Gomposphaeria lacustris</i>		x				20	<i>Caloneis amphisbaena</i>	x	x	x	x	x	100
<i>Lyngbya allorgei</i>					x	20	<i>Campylodiscus</i> sp	x	x				40
<i>Lyngbya hieronymusii</i>	x	x				40	<i>Campylodiscus clypeus</i>				x		20
<i>Merismopedia glauca</i>	x					20	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	x	x	x	x	x	100
<i>Merismopedia minima</i>	x				x	40	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i>		x	x	x		60
<i>Merismopedia punctata</i>	x				x	40	<i>Cyclotella glomerata</i>			x			20
<i>Merismopedia tenuisima</i>					x	20	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	x	x	x	x	x	100
<i>Nodularia harveyana</i>		x	x	x		60	<i>Cyclotella ocellata</i>	x	x	x		x	80
<i>Oscillatoria</i> sp	x	x				40	<i>Cyclotella striata</i>	x	x	x	x	x	100
<i>Oscillatoria annae</i>	x			x	x	60	<i>Cymbella affinis</i>	x	x	x	x	x	100
<i>Oscillatoria jasorvensis</i>	x	x			x	60	<i>Cymbella tumida</i>	x	x		x	x	80
<i>Oscillatoria laete-virens</i>					x	20	<i>Cymbella turgida</i>	x	x	x	x	x	100
<i>Oscillatoria limosa</i>				x	x	40	<i>Cymbella turgidula</i>	x	x				40
<i>Oscillatoria proboscidea</i>	x				x	40	<i>Cymatopleura solea</i>	x	x	x	x	x	100
<i>Oscillatoria proteus</i>	x		x			40	<i>Diatoma vulgare</i>	x	x	x	x	x	100
<i>Oscillatoria splendida</i>		x	x		x	60	<i>Diatoma vulgare</i> var. <i>linearis</i>	x	x	x	x	x	100
<i>Oscillatoria subbrevis</i>				x	x	40	<i>Encyonema minutum</i>	x		x			40
<i>Oscillatoria subbrevis</i> var. <i>minor</i>			x		x	40	<i>Encyonema prostratum</i>	x	x	x	x	x	100
<i>Oscillatoria tenuis</i>	x	x	x	x	x	100	<i>Epithemia adnata</i>	x	x		x	x	80
<i>Phormidium fragile</i>	x	x	x	x	x	100	<i>Epithemia argus</i> var. <i>alpestris</i>	x	x	x	x		80
<i>Spirulina subsalsa</i>	x		x		x	60	<i>Epithemia argus</i> var. <i>longicornis</i>	x			x		40
							<i>Epithemia sorex</i>	x	x	x	x	x	100
							<i>Epithemia turgida</i>	x	x	x	x		80
CLASE CHLOROPHYCEAE													
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>				x		20	<i>Fragilaria</i> sp				x	x	40
<i>Chlamydomonas</i> sp					x	20	<i>Fragilaria crotonensis</i>	x	x	x			60
<i>Chara</i> sp	x	x				40	<i>Gomphonema</i> sp		x	x	x		60
<i>Cladophora glomerata</i>	x		x	x	x	80	<i>Gomphonema clavatum</i>	x					20
<i>Closteriopsis acicularis</i>	x	x	x	x		80	<i>Gomphonema olivaceum</i>	x	x	x	x	x	100
<i>Closteriopsis longissima</i>	x	x				40	<i>Gomphonema parvulum</i>	x					20
<i>Closterium</i> sp	x		x			40	<i>Gyrosigma</i> sp	x	x	x	x	x	100
<i>Closterium leibleinii</i>	x			x		40	<i>Gyrosigma acuminatus</i>	x	x	x	x	x	100
<i>Closterium venus</i> var. <i>crassum</i>	x					20	<i>Gyrosigma scalproides</i>			x	x	x	60
<i>Coelastrum</i> sp		x				20	<i>Hantzschia</i> sp	x	x				40
<i>Coelastrum microsporum</i>			x			20	<i>Hantzschia amphioxys</i>	x	x	x	x	x	100
<i>Cosmarium</i> sp	x	x		x	x	80	<i>Mastogloia elliptica</i> var. <i>danseii</i>	x		x		x	60
<i>Cosmarium botrytis</i>	x	x	x	x	x	100	<i>Mastogloia smithii</i> var. <i>amphicephala</i>	x					20
<i>Cosmarium subtumidum</i> var. <i>minor</i>	x					20	<i>Melosira varians</i>	x	x	x	x	x	100
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> var. <i>minutum</i>				x		20	<i>Navicula</i> sp	x		x			40
<i>Kirchneriella contorta</i>					x	20	<i>Nitzschia</i> sp	x	x	x			60
<i>Kirchneriella contorta</i> var. <i>elegans</i>	x	x				40	<i>Nitzschia acicularis</i>	x					20

	O.10	I.10	P.10	V.11	O.11	FR		O.10	I.10	P.10	V.11	O.11	FR
<i>Lagerheimia genevensis</i>		x				20	<i>Nitzschia fonticola</i>	x					20
<i>Microspora tumidula</i>		x			x	40	<i>Nitzschia palea</i>	x					20
<i>Monoraphidium griffithii</i>		x				20	<i>Nitzschia parvula</i>	x					20
<i>Mougeotia</i> sp			x			20	<i>Nitzschia sigma</i>		x		x	x	60
<i>Mougeotia</i> sp 1	x					20	<i>Nitzschia sigmoidea</i>	x	x	x	x	x	100
<i>Mougeotia</i> sp 2		x	x		x	60	<i>Pinnularia borealis</i>	x				x	40
<i>Mougeotia</i> sp 3					x	20	<i>Pinnularia viridis</i>	x	x	x	x	x	100
<i>Mougeotia</i> sp 4		x		x	x	60	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i>		x				20
<i>Oocystis lacustris</i>	x	x		x	x	80	<i>Reimeria uniseriata</i>	x	x	x	x	x	100
<i>Pediastrum boryanum</i>	x		x			40	<i>Rhopalodia gibba</i>	x	x	x	x	x	100
<i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>boryanum</i>		x	x	x		60	<i>Rhopalodia gibberula</i>	x	x				40
<i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>brevicorne</i>		x				20	<i>Rhopalodia musculus</i>		x	x	x		60
<i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>longicorne</i>	x	x	x	x	x	100	<i>Roicosphenia curvata</i>	x				x	40
<i>Pediastrum duplex</i>	x	x			x	60	<i>Staurosira construens</i>	x	x	x	x	x	100
<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>gracillimum</i>	x	x			x	60	<i>Stephanodiscus</i> sp		x				20
<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>subgranulatum</i>	x					20	<i>Surirella</i> sp	x	x				40
<i>Pediastrum simplex</i>	x					20	<i>Surirella elegans</i>	x	x		x	x	80
<i>Pediastrum simplex</i> var. <i>simplex</i>	x	x	x	x	x	100	<i>Surirella ovalis</i>			x		x	40
<i>Pediastrum simplex</i> var. <i>echinulatum</i>	x	x	x	x	x	100	<i>Surirella minuta</i>	x	x	x	x	x	100
<i>Scenedesmus acuminatus</i> var. <i>acuminatus</i>	x	x				40	<i>Surirella striatula</i>		x	x	x	x	80
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>	x					20	<i>Synedra ulna</i>	x	x	x	x	x	100
<i>Scenedesmus dimorphus</i>	x					20	<i>Tryblionella levidensis</i>	x	x				40
<i>Scenedesmus ecornis</i>		x				20							
<i>Scenedesmus intermedius</i>	x			x		40	CLASE DINOPHYCEAE						
<i>Scenedesmus opoliensis</i>					x	20	<i>Ceratium</i> sp		x				20
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	x	x	x	x	x	100	<i>Ceratium hirundinella</i>				x		20
<i>Scenedesmus spinosus</i>	x	x		x		60							
<i>Spirogyra</i> sp.		x	x	x	x	80	CLASE EUGLENOPHYCEAE						
<i>Staurastrum</i> sp	x	x		x	x	80	<i>Euglena</i> sp	x	x	x		x	80
<i>Staurastrum gracile</i>	x	x	x			60	<i>Euglena gracilis</i>	x					20
<i>Staurastrum leptocladus</i>	x	x				40	<i>Phacus</i> sp	x					20
<i>Staurastrum planctonicum</i>	x		x			40							
<i>Staurastrum tetracerum</i>		x	x			40	CLASE RHODOPHYCEAE						
<i>Tetraedron caudatum</i>	x	x	x		x	80	<i>Batrachospermum</i> sp	x	x		x	x	80
<i>Tetraedron minimum</i>	x	x			x	60	<i>Porphyridium griceum</i>	x		x	x	x	80
<i>Tetraedron trigonum</i>	x					20							
<i>Tetrastrum elegans</i>	x					20	CLASE XANTOPHYCEAE						
<i>Tetrastrum peterfii</i>	x					20	<i>Heterotrix bristoliana</i>	x	x	x	x	x	100
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i>	x	x	x	x	x	100							
<i>Tetrastrum triangulare</i>		x	x	x	x	80							
<i>Zygnema</i> sp		x				20							

O.10: otoño, 2010; I.10: invierno, 2010; P.10: primavera, 2010; V.11: verano, 2011; O.11: otoño, 2011; FR: % de frecuencia relativa.

La elevada proporción de organismos “no planctónicos” en la fracción del fitoplancton indica un aporte casi continuo

del bentos debido a las características hidrológicas y geomorfológicas del río (Luque & Martínez de Fabricius, 2003;



**Figura 2.** Distribución estacional de la riqueza algal en la zona aluvial del río Colorado.

Martínez de Fabricius *et al.*, 2005; Menezes *et al.*, 2013). En estos ambientes no existe un límite preciso entre los organismos “planctónicos” y “no planctónicos”, debido a que el número de taxones caracterizados como euplanctónicos es mínimo y existen pocas especies reófilas en los muestreos (Margalef, 1983; Wehr y Descy, 1998).

La mayor riqueza específica se registró en otoño, en coincidencia con resultados obtenidos para la cuenca inferior del Río Salado (Gabellone *et al.*, 2013), mientras que en primavera y verano se observó el valor mínimo de especies.

Se observaron 33 taxa con una frecuencia relativa de 100%, pertenecientes a las clases Bacillariophyceae (25), Chlorophyceae (6), Cyanobacteria (3) y Xanthophyceae (1). Entre las diatomeas se registraron *Aulacoseira granulata*, *Caloneis amphisbaena*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Cyclotella meneghiniana*, *C. striata*, *Cymbella affinis*, *C. turgida*, *Cymatopleura solea*, *Diatoma vulgare*, *D. vulgare* var. *linearis*, *Encyonema prostratum*, *Epithemia sorex*, *Gomphonema olivaceum*, *Gyrosigma* sp., *G. acuminatus*, *Hantzschia amphyoxis*, *Melosira varians*, *Nitzschia sigmaidea*, *Pleurosira laevis*, *Pinnularia viridis*, *Reimeria uniseriata*, *Rhopalodia gibba*, *Staurosira construens*, *Surirella minuta*

y *Synedra ulna*. Las Chlorophyceae más frecuentes fueron *Cosmarium botrytis*, *Pediastrum boryanum* var. *longicorne*, *P. simplex* var. *simplex*, *P. simplex* var. *echinulatum*, *Scenedesmus quadricauda* y *Tetrastrum staurogeniaeforme*. La presencia de las formas filamentosas de Cyanobacteria estuvieron representadas por especies de *Anabaena*, *Leptolyngbya fragilis* y *Oscillatoria tenue*. *Heterothrix bristoliana*, organismo perteneciente a las xantofíceas, se encontró en todos los muestreos estudiados.

En las Cyanobacteria los géneros con mayor número de especies fueron formas hormocistadas de *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Phormidium* y *Spirulina* como también heterocistadas de *Anabaena*, *Calothrix*, *Dichochothrix* y *Nodularia*.

El orden Chlorococcales muestra su prevalencia dentro de Chlorophyceae, en especial los géneros formadores de agregados cenobiales como *Pediastrum* y *Scenedesmus*.

Especies frecuentemente adheridas a diferentes tipos de sustratos acrecentaron la fracción planctónica por efecto de la deriva procedente del bentos como consecuencia de la acción de la velocidad de corriente. Se pueden mencionar fragmentos de *Cladophora glomerata* y especies de *Gomphonema* y *Cocconeis*, entre otras (Martínez de Fabricius, 1986; Luque y Martínez de Fabricius, 2003; Martínez de Fabricius *et al.*, 2005).

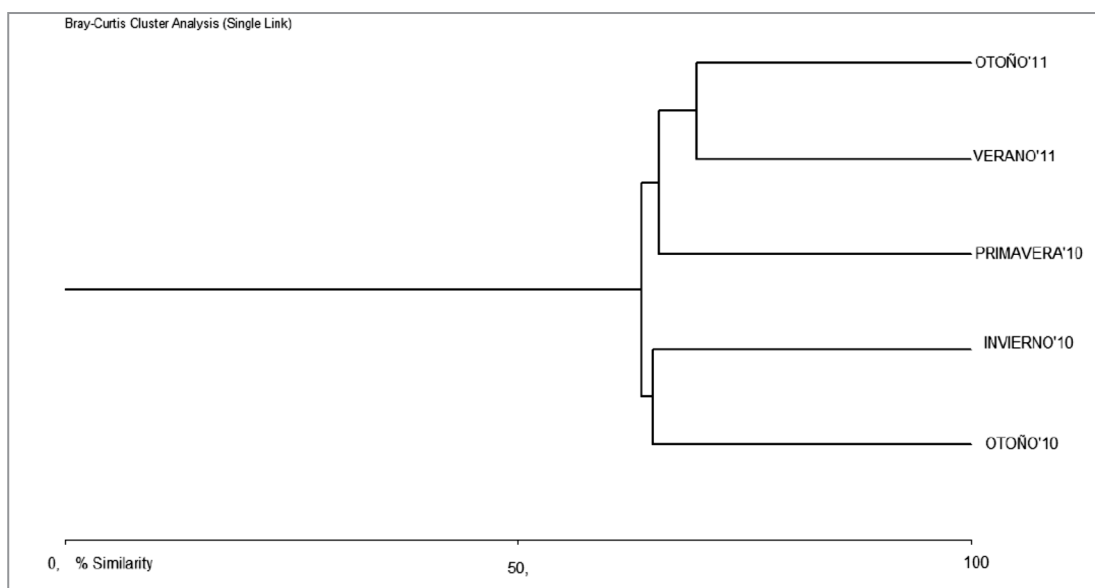
Las especies de los géneros *Cymbella*, *Epithemia*, *Gomphonema*, *Nitzschia* y *Surirella*, registradas se caracterizan por su cosmopolitismo, presencia en aguas con moderada a alta conductividad y pH neutro a alcalino.

Si bien el esquema de clasificación de especies algales en grupos funcionales se originó para los organismos de ambientes lénticos, en los últimos años se amplió

su uso en ambientes lóticos (Devercelli, 2006; Abonyi *et al.*, 2012; Devercelli y O'Farrell, 2013; Bortolini *et al.*, 2014). De acuerdo con los atributos fisiológicos, morfológicos y ecológicos de las especies (Becker, 2010), las taxa registradas pueden incluirse en los codones J, P y D. Estos grupos incluyen especies característi-

cas de ambientes aireados y enriquecidos con nutrientes, condiciones presentes en el río Colorado (COIRCO, 2012).

Los resultados del análisis de agrupamiento entre los muestreos mostraron una similitud en la biodiversidad en el tramo aluvial del río Colorado de casi un 70% (Fig. 3).



**Figura 3.** Dendrograma de Bray-Curtis. Grado de Similitud de la ficoflora entre las estaciones del año.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó gracias al apoyo brindado por la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNLPam.

### BIBLIOGRAFÍA

- Abonyi, A., M. Leitão, A.M. Lançon y J. Padisák. 2012. Phytoplankton functional groups as indicators of human impacts along the River Loire (France). *Hydrobiologia*, 698(1): 233-249.
- Alvarellos, E. y R. Hernández. 1982. Recursos Hídricos Pampeanos. Biblioteca Pampeana, Serie de Folletos 29/82, 75 pp.
- Álvarez, S.B., G.I. Bazán, O.E. Romero y M.T. Wenzel. 1993. Ficología del Embalse Casa de Piedra. V Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales. Inédito.
- Battarbee, R.W. 1986. Diatom Analysis. En: Berglund, B.E. (ed.). *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*, J. Wiley & Sons, New York: 527-570.
- Bazán, G.I. 2010. Estudios Ficológicos en el Sistema Lenítico de La Arocena (Departamento Maracó), La Pampa, Argentina. Tesis Doctoral N° 661, Universidad Nacional de Río Cuarto, 203 pp.
- Bazán, G.I., S.B. Álvarez, S.A. Echaniz, A.M. Vignatti y O. Del Ponti. 2008. Estudio de la ficoflora en el Embalse

- Casa de Piedra. IV Congreso Argentino de Limnología, San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina: 87.
- Becker, V., L. Caputo, J. Ordóñez, R. Marcé, J. Armengol, L.O. Crossetti & V.L.M. Huszar. 2010. Driving factors of the phytoplankton functional groups in a deep Mediterranean reservoir. *Water Research*, 44: 3345-3354.
- Biasotti, A.E., S.B. Álvarez y A.L. Martínez de Fabricius. 2012. Estudio Preliminar de la ficoflora en la zona aluvial del Río Colorado (La Pampa, Patagonia Argentina). *Biología Acuática*, 27: 43-49.
- Biasotti, A.E., S.B. Álvarez, G.I. Bazán y A.L. Martínez de Fabricius. 2013. Biodiversidad y distribución temporal fitoplanctónica en un río Nor-Patagónico de Argentina (río Colorado, La Pampa). *Revista de la DES Ciencias Biológico Agropecuarias*, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. En prensa.
- Blasi, A.M. 1986. Sedimentología del Río Colorado. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. Tesis Doctoral N° 0464.
- Bortolini, J.C., L.C. Rodrigues, S. Jati y S. Train. 2014. Phytoplankton functional and morphological groups as indicators of environmental variability in a lateral channel of the Upper Paraná River floodplain. *Acta Limnologica Braziliensia*, 26(1): 98-108.
- Cabrera, A.L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Tomo II, Fascículo I, Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Editorial ACME. Reimpresión 1994, 85 pp.
- Comité Interjurisdiccional del río Colorado (COIRCO). 2010. Programa Integral de Calidad de Aguas del río Colorado, Subprograma Calidad del Medio Acuático, 2008. Comité Interjurisdiccional del río Colorado, Secretaría de energía de la Nación, Grupo Interempresario, 131 pp.
- Comité Interjurisdiccional del río Colorado (COIRCO). 2012. Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado. Ciclo 2011. Subprograma Calidad del Medio Acuático. Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario, 341 pp.
- Desikachary, T.V. 1959. Cyanophyta. *Ind. Counc. Agr. Res.*, New Delhi, 686 pp.
- Devercelli, M. 2006. Phytoplankton of the middle Paraná River during an anomalous hydrological period: a morphological and functional approach. *Hydrobiologia*, 563: 465-478.
- Devercelli, M. y I. O'Farrell. 2013. Factors affecting the structure and maintenance of phytoplankton functional groups in a nutrient rich lowland river. *Limnologica*, 43: 67-78.
- Echaniz, S.A., A.M. Vignatti, O. Del Ponti, S.B. Álvarez, G.I. Bazán, E.M. Quirán, M.A. Rocha y I.L. Doma. 2008. Estado trófico del Embalse Casa de Piedra (La Pampa, Argentina). IV Congreso Argentino de Limnología, San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina: 122.
- Elosegi, A. y S. Sabater. 2009. Conceptos y técnicas en ecología fluvial. Fundación BBVA, 412 pp.
- Gabellone, N.A., L.C. Solari, M.A. Casco y M.C. Claps. 2013. Conservación del plancton y protección de las cuencas hídricas. El caso de la Cuenca Inferior del Río Salado, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Augmdomus*, I: 100-119.
- Galea, M.J., S.B. Álvarez, G.I. Bazán y A.L. Martínez de Fabricius. 2012. Lista taxonómica preliminar del fitoplancton del Río Colorado en Villa Vieja (Dpto. Puelén, La Pampa, Argentina). *Biología Acuática*, 27: 143-148.
- Geitler, L. 1932. Cyanophyceae. *En: Rabbenhorst's Kryptogamen-Flora*, 14, Germany, 1196 pp.



- Hasle, G.R. 1978. Some specific preparations: Diatoms. *En: A. Sournia (Ed.) Phytoplankton Manual. UNESCO: 136-142.*
- Hustedt, F. 1930. Bacillariophyta (Diatomaceae). *En: Pascher, A. Die Süßwasser-flora Mitteleuropas Heft. 10, Gustav Fischer Verlag, Jena, 466 pp.*
- Kalff, J. 2001. Limnology: inland water ecosystems. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey, 592 pp.
- Komárek, J. y B. Fott. 1983. Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. Schweizbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u Obermiller), Stuttgart, 1044 pp.
- Komárek, J. y K. Anagnostidis. 2005. Cyanoprokaryota. 2. Teil: Oscillatoriales. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Begr. Von Pascher Hrsg. Von H. Ettl. G. Fischer Bd. 19/2, Jena, 759 pp.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. 1986. Bacillariophyceae 2. Naviculaceae, Band 2 (1) G.S. Verlag, Jena, 875 pp.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. 1988. Bacillariophyceae 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, 2 (2), Stuttgart, 596 pp.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. 1991a. Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. *En: H. Ettl, J. Georloff, H. Heyning y D. Mollenhauer (Eds.) Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2 (3). G.F. Verlag, Stuttgart, 576 pp.*
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. 1991b. Bacillariophyceae 2. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolate) und Gomphonema. *En: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning y D. Mollenhauer (Eds.) Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2 (4) G.F. Verlag, Stuttgart, 437 pp.*
- Luque, M.E. y A.L. Martínez de Fabricius. 2002. Distribución temporal de algas epilíticas en el río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina). *Boletín Sociedad Argentina Botánica, 37(1-2): 29-39.*
- Luque, M.E. y A.L. Martínez de Fabricius. 2003. Distribución temporal del fitoplancton y epilíton en el río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina). *Limnética, 22(3-4): 19-34.*
- Luque, M.E. y A.L. Martínez de Fabricius. 2005. Algas fitoplanctónicas del río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina) y su relación con los factores ambientales. *Lilloa, 42(1-2): 69-79.*
- Margalef, R. 1983. Limnología, Ed. Omega, 1010 pp.
- Martínez de Fabricius, A.L. 1986. La fitoflora del Río Grande (Departamento de Calamuchita, provincia de Córdoba - Argentina). *Revista UNRC, 6(2): 221-235.*
- Martínez de Fabricius, A.L. 1996. Bacillariophyceae del Río Cuarto. Provincia de Córdoba, Argentina. Tesis Doctoral N° 673, Universidad Nacional de La Plata, 298 pp.
- Martínez de Fabricius, A.L. 2000. Bacillariophyceae del Río Cuarto, Provincia de Córdoba (Argentina), Fam. Thalassiosiraceae, Melosiraceae y Diatomaceae. *Boletín Sociedad Argentina Botánica, 35(1-2): 33-48.*
- Martínez de Fabricius, A.L., M.C. Fernández Belmonte, N. Gari y M. C. Corigliano. 1988. Análisis del componente algal en transporte en ríos y arroyos del valle de Calamuchita (Córdoba-Argentina). *Revista UNRC, 8(1): 95-110.*
- Martínez de Fabricius, A.L., M.E. Luque y M. Boccolini. 2005. Diatomeas planctónicas de cursos de agua. Cuenca del Río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina). *Boletín Sociedad Argentina Botánica, 40(3-4): 183-198.*
- McAleece, N., P.J.D. Lambshead, G.L.J. Paterson y J.D. Gage. 1997. *BioDiversity Professional versión 2.*

- The Natural History Museum & The Scottish Association for Marine Science. London.
- Menezes, V.C., N.C. Bueno y L.C. Rodrigues. 2013. Spatial and temporal variation of the phytoplankton community in a section of the Iguaçú River, Paraná, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 73(2): 279-290.
- Mirande, V., N. Romero, M.A. Barrionuevo, G.S. Meoni, B. Navarro, M.C. Apella y B.C. Tracanna. 1999. Human impact on some limnological characteristics of the Gastona river (Tucumán, Argentina). *Acta Limnológica Brasiliensia*, 11(2): 101-110.
- Mirande, V., S.E. Haleblan, G.A. Barreto y B.C. Tracanna. 2009. Biodiversidad del Parque Nacional Pre-Delta (Entre Ríos, Argentina). I) Riqueza del fitoplancton. *Lilloa*, 46(1-2): 88-136.
- Molloy, J.M. 1992. Diatom communities along stream longitudinal gradients. *Freshwater Biology*, 28: 59-69.
- Patrick, R. y C.H. Reimer. 1966. The Diatoms of United States. V. 1. Monogra. *Acad. Sci. Philadel.* 13, 688 pp.
- Patrick, R. y C.H. Reimer. 1975. The Diatoms of United States. V. 1. Monogra. *Acad. Sci. Philadel.* 13, 213 pp.
- Pérez, M.C. 2002. Fitoplancton del río Negro, Uruguay. *Limnética*, 21(1-2): 81-92.
- Polla, W. 2006. Análisis de las características físicoquímicas y fitoplancton en el sistema cauce principal-llanura aluvial del río Salado (Provincia de Santa Fe). Tesis de Maestría en Ecología Acuática Continental. Facultad de Humanidades y Ciencias, UNL, 131 pp.
- Prescott, G.M. 1982. *Algae of the Western Great Lakes Area*. Otto Koeltz Science Publishers, Germany, 946 pp.
- Schwoerbel, J. 1975. *Métodos de Hidrobiología*. Ed. Hermann Blume, Madrid, España. 262 pp.
- Seeligmann, C., B.C. Tracanna, S. Martínez De Marco y S. Isasmendi. 2001. Algas fitoplanctónicas en la evaluación de la calidad del agua de sistemas lóticos en el Noroeste Argentino. *Limnética*, 20(1): 123-133.
- Wehr, J.D. y J.P. Descy. 1998. Use of phytoplankton in large river management. *Journal of Phycology*, 34: 741-749.
- Wenzel, M.T., S.B. Álvarez y G.I. Bazán. 1996. Estudio preliminar de las cianofíceas del Embalse Casa de Piedra (Provincia de La Pampa). Argentina. *Physis* (Buenos Aires), Secc. B, 51(120-121): 9-16.