

ESTUDIO DEL FITOPLANCTON AGUAS ARRIBA Y AGUAS ABAJO DEL DIQUE EMBALSE CASA DE PIEDRA, RÍO COLORADO (LA PAMPA, ARGENTINA)

M.J. GALEA¹, G.I. BAZÁN¹, S.B. ÁLVAREZ¹ & A.L. MARTÍNEZ DE FABRICIUS²

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNLPam.

² Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, UNRC.

e-mail: mariajogalea@speedy.com.ar

ABSTRACT. In order to study the phytoplankton composition of the Colorado river, seasonal samples were taken during the period between May 2010 and April 2011. The study area is a natural border basin of the provinces of La Pampa and Río Negro and a transitional basin of Patagonia Argentina without records of previous studies. Selected sampling points are located upstream and downstream of the dam reservoir Casa de Piedra. In this study are presented preliminary results of phytoplankton composition analyzed in emplaced sites at 38°01'58"S-67°52'90"W to 288 msnm and 38°14'55" S-67°11'49"W to 232 msnm. Samples were collected with plankton net of 20 µm mesh size and physicochemical variables were recorded simultaneously. Phytoplankton samples were observed *in vivo* and then fixed in 4% formalin and embedded in the herbarium of the SRFA UNLPam. As a result of the qualitative study so far hundred forty-one taxa were reported, of which twenty-nine belong to Cyanophyceae, forty five to Chlorophyceae and fifty five to Bacillariophyceae. The index of similarity of Bray Curtis with S= 48 separates the sampled sites. The greatest similarity is between summer and autumn of 2011 with S = 66.66. Among the common species of Bacillariophyceae, with *Aulacoseira granulata* var. *angustissima*, *Melosira varians*, *Fragilaria crotonensis*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Epithemia sorex*, *Nitzschia sigma*, *N. sigmoidea* and *Cymatopleura solea* were the highest percentage of occurrence at the study sites. Our results represent a great advance in the knowledge and distribution of algae in this region of the country.

Key words: Phycoflora; freshwater; Colorado river.

Palabras clave: Ficoflora; agua dulce; Río Colorado.

INTRODUCCIÓN

El estudio de la estructura y dinámica de las comunidades algales 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 y Gaur, 1994; Luque y Martínez de Fabricius, 2005; Galea *et al.*, 2012). La conformación de asociaciones algales en ríos, arroyos serranos y de pedemonte es el resultado de la totalidad de condiciones ambientales pudiendo reflejar la estructura y el funcionamiento del ecosistema (Sabater *et al.*, 1988).

La gran variabilidad natural espacial y temporal en los ecosistemas de ríos hace que la categorización biológica, conjuntamente con el impacto antrópico que recibe, sea más dificultosa. De este modo el fitoplancton provee una medida directa de estos impactos sobre el medio acuático. Diversas investigaciones muestran que las algas planctónicas varían estacionalmente entre los sitios de muestreo y longitudinalmente de cabeceras a desembocaduras. Cuando los sistemas fluviales sufren alteraciones es común la disminución de la biodiversidad, especialmente a través de los representan-

tes de especies raras. Este hecho reduce la resiliencia del ecosistema para recuperarse de los disturbios, ya sean causados por la naturaleza o el hombre (Wetzel, 2001).

Los estudios realizados en Argentina referidos al fitoplancton en sistemas fluviales se han efectuado en ríos de gran envergadura como el Uruguay (O'Farrell e Izaguirre, 1994), Paraná y Paraguay (Anselmi de Manavella y García de Emiliani, 1995; Zalocar de Domitrovic, 1992, 1999, 2005; Zalocar de Domitrovic y Maidana, 1997; Mirande *et al.*, 2009) o en sus tributarios como el Río Salado del Norte en la provincia de Santa Fe (García de Emiliani y Devercelli, 2004; Polla *et al.*, 2008). Para el noroeste argentino las investigaciones en ríos ponen de manifiesto la eficacia del uso de algas planctónicas como bioindicadoras para evaluar calidad de agua (Mirande *et al.* 2000, 2009; Seeligman *et al.*, 2001; Mirande y Tracanna, 2005).

En el centro de Argentina se han realizado estudios ficológicos en las cuencas de los ríos Tercero y Cuarto en la provincia de Córdoba, aportando conocimientos florísticos y autoecológicos de las especies (Martínez de Fabricius, 1995; Martínez de Fabricius y Gari, 1996; Luque *et al.*, 1997; Luque y Martínez de Fabricius, 2000; Martínez de Fabricius *et al.*, 2003). En la provincia de Buenos Aires se han efectuado estudios del fitoplancton en los ríos Salado y Samborombón (O'Farrell, 1993; Solari, 1995), en corrientes eutrofizadas como el río Sauce Grande (Vouilloud *et al.*, 2005) y ríos contaminados como el Matanza y Riachuelo (del Giorgio *et al.*, 1991; Conforti *et al.*, 1995). En la franja costera del río de La Plata los estudios de diversidad fitoplanctónica fueron realizados por Gómez y Bauer (2000) y Gómez *et al.* (2002).

En la Patagonia argentina se han estudiado las algas del sistema del río Limay en diversos limnótopos de su cuenca (Guarrera *et al.*, 1987; Echenique y Guerrero, 2003).

En la provincia de La Pampa, exigua en redes hidrográficas, los estudios ficológicos realizados en ríos se llevaron a cabo en los bañados del río Atuel (Bazán y Alvarez, 2004) y en el río Curacó (Bazán *et al.*, 2013). Los antecedentes referidos al río Colorado están vinculados con estudios de la biodiversidad y estado trófico en el Dique Embalse Casa de Piedra emplazado sobre su curso. Durante los años 1991 y 1992 respondiendo a una solicitud de COIRCO (Comisión Interprovincial del río Colorado), se estudió la flora algal del Embalse Casa de Piedra, antes de la finalización de su llenado (Álvarez *et al.*, 1993; Wenzel *et al.*, 1996).

A fines del año 1997 COIRCO pone en marcha el "Programa de Calidad de Aguas del Sistema río Colorado-Embalse Casa de Piedra" que continúa hasta el presente. La explotación de hidrocarburos, actividad agrícola-ganadera y los asentamientos poblacionales constituyen fuentes potenciales de contaminación que afectan el recurso tanto *in situ* como aguas abajo, donde se encuentra la toma del acueducto que provee de agua a la capital pampeana (Bazán *et al.*, 2008; Echaniz *et al.*, 2008; Alcalde y Seltzer, 2010).

Hasta el presente existen escasos registros o estudios específicos del componente algal de la cuenca del río Colorado (Biasotti *et al.*, 2012, 2013; Galea *et al.*, 2012). Este trabajo tiene como objetivo el estudio de la composición fitoplanctónica y su distribución espacio temporal aguas arriba y aguas abajo del embalse casa de Piedra, durante el período comprendido entre mayo de 2010 y abril de 2011.

MATERIALES Y MÉTODOS

El río Colorado nace de la confluencia de los ríos Grande y Barrancas, originados en la zona de alta montaña de Mendoza y Neuquén (Fig. 1a), su recorrido supera los 850 km y desemboca en el Océano Atlán-

tico con dirección NW-NE (Álvarez *et al.*, 1993; Wenzel *et al.*, 1996; Biasotti *et al.*, 2012; Galea *et al.*, 2012). Presenta régimen nival, con máximos caudales en los meses de primavera-verano, con un caudal medio de 139 m³/seg, aportado en su mayor proporción por el río Grande. Aunque el aporte substancial es nival, algunos años presenta crecidas pluviales entre los meses de febrero y agosto.

El área de muestreo se ubicó aguas arriba (Sitio I) y aguas abajo del Embalse Casa de Piedra (Sitio II) a 38°01'58"S-67°52'90"W a 288 msnm y 38°14'55"S-67°11'49"W a 232 msnm respectivamente (Fig. 1b).

Se realizaron muestreos estacionales a partir de mayo de 2010 hasta abril de 2011, se colectaron muestras biológicas y se obtuvieron registros de parámetros físico-químicos. Las variables medidas *in situ* fueron pH (Hanna HI 9635), conductividad (ORION modelo 250 A), temperatura del agua y del aire (termómetro de mercurio), profundidad, turbidez (disco de Secchi) y OD (DO 5510).

Las muestras cualitativas se extrajeron mediante una red de plancton de 25 µm de poro, se fijaron en formaldehído al 4% y se incorporaron al Herbario de la Facultad de Agronomía (UNLPam), bajo las siglas SRFA.

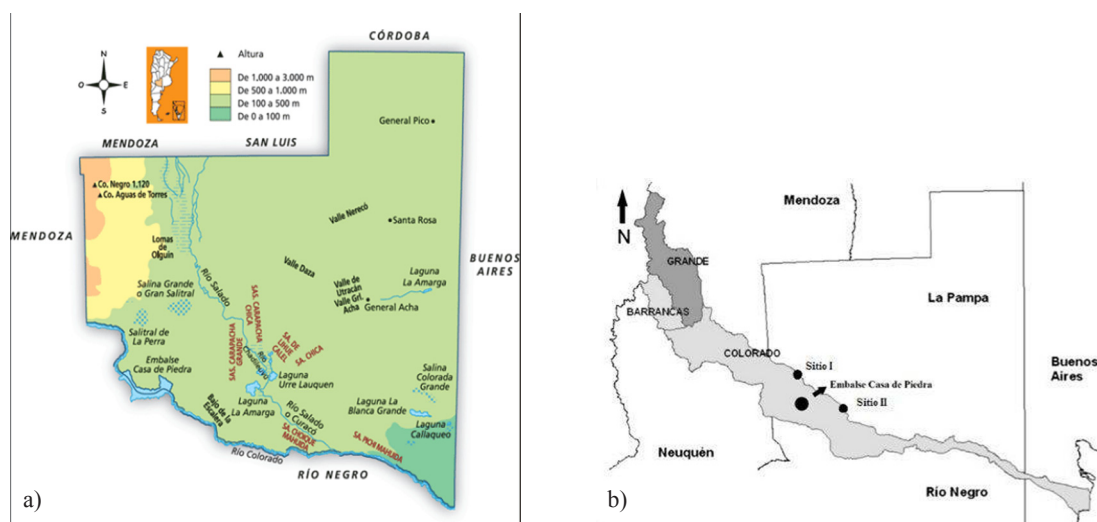


Figura 1. a. Ubicación geográfica de la zona pedemontana del río Colorado. Provincia de La Pampa, Argentina. **b.** Localización de los sitios de muestreos: aguas arriba (Sitio I) y aguas abajo (Sitio II) del Embalse Casa de Piedra, provincia de La Pampa.

Los ejemplares fueron observados con microscopio óptico Kyowa Medilux 12, provisto de Cámara Clara de Abbe. Para la identificación taxonómica se consultaron las floras estándar de Hustedt (1930), Geitler (1932), Desikachary (1959), Starmach (1966), Patrick y Reimer (1966, 1975), Prescott (1982), Komárek y Fott (1983), Tell (1985), Krammer y Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991), Tell y Conforti (1986), Komárek y Anagnostidis (1999; 2005).

El análisis de los datos se desarrolló mediante el programa Biodiversity Pro (McAleece *et al.*, 1997). Se utilizó el coeficiente de Bray-Curtis con la finalidad de determinar el grado de similitud de la comunidad algal en el río Colorado, aguas arriba (Sitio I) y aguas abajo (Sitio II) del Dique Embalse Casa de Piedra para las estaciones muestreadas (período otoño 2010 - otoño 2011). Se emplearon códigos que indican los sitios y época de muestreo (Ot SI 2010:

Otoño Sitio I año 2010; Inv SI 2010: Invierno SI año 2010; Pr SI 2010: Primavera Sitio I año 2010; Ve SI 2011: Verano Sitio I año 2011; Ot SI 2011: Otoño Sitio I año 2011; Ot SII 2010: Otoño Sitio II año 2010; Inv SII 2010: Invierno Sitio II 2010; Pr SII 2010: Primavera Sitio II año 2010; Ve SII 2011: Verano Sitio II año 2011; Ot SII 2011: Otoño Sitio II año 2011). Los datos resultantes se expresan en dendrogramas.

RESULTADOS

Los resultados de las variables físico-químicas medidas *in situ* en cada fecha de muestreo para cada sitio seleccionado, se presentan en la Tabla 1. Los valores de pH registrados mantienen su secuencia alcalina y similar en ambos sitios de muestreo en las colectas estacionales. La conductividad, sin embargo, evidenció variaciones; el valor más elevado se registró en el invierno de 2010 en el Sitio I (1349 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y el menor valor se obtuvo en el otoño de 2011 en el Sitio II (684 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

En relación a la velocidad de corriente en el Sitio I fue más elevada, con una merma en verano de 2011; mientras que en el Sitio II, aguas abajo del Dique Embalse Casa de Piedra, se registraron los menores valores en el otoño de 2010 y de 2011. Los valores de temperatura del agua y del aire se relacionan con los valores térmicos estacionales, registrándose las máximas tem-

peraturas en las estaciones de primavera y verano. La concentración de OD guardó estrecha relación con la temperatura del agua, encontrándose sus máximos en invierno, en coincidencia con las bajas temperaturas.

En el Sitio I la transparencia del agua obtuvo su mayor registro de 125 cm en otoño de 2010 y el menor en verano de 2011, con 20 cm. En el sitio II la mayor transparencia se registró en otoño de 2011 con 100 cm y la menor con 50 cm en otoño e invierno de 2010.

Del análisis taxonómico de la comunidad fitoplanctónica del río Colorado se determinó un total de 141 taxones (Tabla 2), de los cuales 55 pertenecen a Bacillariophyceae, 44 a Chlorophyceae, 29 a Cyanophyceae, 7 a Euglenophyceae, 3 a Dinophyceae, 2 a Xanthophyceae y 1 a Rhodophyceae.

En la Fig. 2 se observa la distribución del número de especies de las clases algales durante el período otoño 2010-otoño 2011 para ambos sitios muestreados, las clases Cyanophyceae, Chlorophyceae y Bacillariophyceae estuvieron presentes en todas las estaciones, variando su número para los diferentes sitios de muestreo. Las clases acompañantes (Xanthophyceae, Euglenophyceae, Rhodophyceae y Dinophyceae) se presentaron de manera discontinua en el tiempo y en el espacio, pudiéndose observar en menor número que las clases principales.

Tabla 1. Valores absolutos estacionales de los parámetros físico-químicos y ambientales registrados *in situ* durante el periodo 2010 - 2011. Zona pedemontana de río Colorado.

| Parámetros Físico-químicos y Ambientales | OTOÑO 2010 | | INVIERNO 2010 | | PRIMAVERA 2010 | | VERANO 2011 | | OTOÑO 2011 | |
|---|------------|----------|---------------|----------|----------------|----------|-------------|----------|------------|----------|
| | SITIO I | SITIO II | SITIO I | SITIO II | SITIO I | SITIO II | SITIO I | SITIO II | SITIO I | SITIO II |
| pH | 8,71 | 8,18 | 8,48 | 8,54 | 8,30 | 8,34 | 8,45 | 8,59 | 8,38 | 8,53 |
| Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | 1297 | 894 | 1349 | 1082 | 934 | 1141 | 1348 | 1181 | 1267 | 684 |
| T° agua (°C) | 11 | 9,5 | 6,5 | 5 | 18 | 16 | 22 | 20 | 17 | 18 |
| T° aire (°C) | 16 | 8 | 10 | 7 | 24,5 | 29,5 | 20,5 | 29 | 22 | 20 |
| Vel. de corriente (m/seg) | 0,94 | 0,38 | 1,10 | 0,76 | 1,10 | 0,59 | 0,73 | 0,71 | 0,82 | 0,27 |
| Transparencia (cm) | 125 | 50 | 80 | 50 | 40 | 85 | 20 | 80 | 40 | 100 |
| OD (mg/l O ₂) | 11,35 | 11,44 | 12,38 | 12,80 | 9,54 | 9,89 | 8,87 | 9,14 | 9,74 | 9,50 |

Tabla 2. Distribución espacial y temporal de la riqueza fitoplanctónica específica en la zona pedemontana del río Colorado, periodo otoño 2010 - otoño 2011.

| TAXA | Otoño | | Invierno | | Primavera | | Verano | | Otoño | | |
|---|---------|----------|----------|----------|-----------|----------|---------|----------|---------|----------|---|
| | 2010 | | 2010 | | 2010 | | 2011 | | 2011 | | |
| | Sitio I | Sitio II | Sitio I | Sitio II | Sitio I | Sitio II | Sitio I | Sitio II | Sitio I | Sitio II | |
| CLASE CYANOPHYCEAE | | | | | | | | | | | |
| <i>Anabaena</i> sp. | | x | x | | | | x | x | | x | x |
| <i>Anabaena spiroides</i> | | x | | x | | | | | | | |
| <i>Anabaena variabilis</i> | | x | | | | | | | | | |
| <i>Calothrix</i> sp. | | x | | | | | | | | | |
| <i>Chamaesiphon minimus</i> | | | | x | | | | x | | x | |
| <i>Chroococcus</i> sp. | | x | | | | | | | | | |
| <i>Gloeocapsa punctata</i> | | | | | x | | | | | | |
| <i>Gomphosphaeria aponina</i> | | | | | | | | | | | x |
| <i>Lyngbya hieronymusii</i> | | | | | | x | | | | | |
| <i>Lyngbya</i> sp. | x | | | | | | | | | | |
| <i>Merismopedia punctata</i> | | x | | | | | | | x | | x |
| <i>Microcoleus lacustris</i> | | | | x | | | | | | | |
| <i>Nodularia harveyana</i> | | x | | | x | | | | | | |
| <i>Nostoc sphaericum</i> | | x | | | | | | | | | x |
| <i>Oscillatoria jasorvensis</i> | | x | | | | | | | | | |
| <i>Oscillatoria angustisima</i> | | | | x | | | | | | | |
| <i>Oscillatoria chilensis</i> | x | | | | | x | | | | | |
| <i>Oscillatoria limosa</i> | x | x | x | x | | | | | | | x |
| <i>Oscillatoria margaritifera</i> | x | | | | | | | | | | |
| <i>Oscillatoria proteus</i> | x | | | | | | | | x | | x |
| <i>Oscillatoria</i> sp. | | | | | | | | | | x | |
| <i>Oscillatoria splendida</i> | | | | | | | | | | | x |
| <i>Oscillatoria tenuis</i> var. <i>tergestina</i> | | | | x | | | | x | x | | x |
| <i>Phormidium fragile</i> | | | | x | | x | | x | | x | |
| <i>Phormidium</i> sp. | x | | | | | x | | | | | |
| <i>Pseudoanabaena</i> sp. | x | | | | | | | | | | |
| <i>Raphidiopsis</i> sp. | | x | | | | | | | | | |
| <i>Simploca</i> sp. | | | | x | | | | x | | x | |
| <i>Spirulina subsalsa</i> | | x | | | | | | | x | | |
| CLASE CHLOROPHYCEAE | | | | | | | | | | | |
| <i>Chara</i> sp. | | x | | | | | | | | | |
| <i>Cladophora glomerata</i> | x | | | x | | x | | x | | x | |
| <i>Closteriopsis acicularis</i> | x | x | | | x | | x | | x | x | x |
| <i>Closterium parvulum</i> | | | | x | | | | | | | |
| <i>Closterium</i> sp. | x | | | | | | | | | | |
| <i>Closterium tumidulum</i> | | | | x | | | | | | | |

| TAXA | Otoño | | Invierno | | Primavera | | Verano | | Otoño | |
|--|---------|----------|----------|----------|-----------|----------|---------|----------|---------|----------|
| | 2010 | | 2010 | | 2010 | | 2011 | | 2011 | |
| | Sitio I | Sitio II | Sitio I | Sitio II | Sitio I | Sitio II | Sitio I | Sitio II | Sitio I | Sitio II |
| <i>Coelastrum astroideum</i> | | x | | | | x | | x | | |
| <i>Coelastrum microporum</i> | | | | | | x | | | | x |
| <i>Cosmarium botrytis</i> | x | | x | | x | x | x | x | | x |
| <i>Cosmarium</i> sp. | | x | | | | | | | | |
| <i>Crucigeniate trapedia</i> | | | | x | | | | | | |
| <i>Dictyosphaerium</i> sp. | | x | | | | | | x | | x |
| <i>Kirchneriella obesa</i> | | | | x | | | | | | |
| <i>Lagerheimia subsalsa</i> | | x | | x | | | | | | |
| <i>Microspora tumidula</i> | | | | | | x | | | | x |
| <i>Monoraphidium</i> sp. 1 | | x | | | | | | | | |
| <i>Monoraphidium</i> sp. 2 | x | | | | | | | | | |
| <i>Mougeotia</i> sp. 1 | x | x | x | x | | x | | x | | x |
| <i>Mougeotia</i> sp. 2 | x | x | | x | | x | | x | | x |
| <i>Mougeotia</i> sp. 3 | | | | x | | x | | x | | x |
| <i>Oedogonium</i> sp. | | | | | | x | | | | |
| <i>Oocystis lacustris</i> | | x | | | | | | | | |
| <i>Oocystis parva</i> | | x | | | | | | | | |
| <i>Pediastrum boryanum</i> | | | | x | | x | | x | | |
| <i>Pediastrum duplex</i> | | x | | x | | | | x | | x |
| <i>Pediastrum duplex</i> var. <i>gracillimum</i> | | x | | | | | | | | |
| <i>Pediastrum simplex</i> | | x | | x | | x | | x | | x |
| <i>Pediastrum simplex</i> var. <i>echinولاتum</i> | | x | | | | x | | x | | x |
| <i>Pediastrum</i> sp. | | x | | | | | | | | |
| <i>Pediastrum tetras</i> | | x | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus acuminatus</i> var. <i>acuminatus</i> | | x | | | | | | | x | |
| <i>Scenedesmus dimorphus</i> | | x | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus opoliensis</i> | | x | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus quadricauda</i> | | | | | | | | | x | |
| <i>Scenedesmus</i> sp. | | x | | | | | | | | |
| <i>Schroederia setigera</i> | | | | | x | | x | | x | |
| <i>Spirogyra</i> sp. | x | | x | x | | x | | | | x |
| <i>Staurastrum gracile</i> | | x | | x | | x | | | | x |
| <i>Staurastrum leptocladum</i> | | x | | x | | x | | x | | x |
| <i>Stigeoclonium stagnatile</i> | x | | | | | | | | | |
| <i>Stigeoclonium tenue</i> | x | | x | | x | | | | x | |
| <i>Tetraedron caudatum</i> | | x | | | | | | | | |
| <i>Tetraedron minimum</i> | | x | | | | | | | | |
| <i>Tetrastrum komarekii</i> | x | | | | | | | | | |

| TAXA | Otoño | | Invierno | | Primavera | | Verano | | Otoño | |
|---|---------|----------|----------|----------|-----------|----------|---------|----------|---------|----------|
| | 2010 | | 2010 | | 2010 | | 2011 | | 2011 | |
| | Sitio I | Sitio II | Sitio I | Sitio II | Sitio I | Sitio II | Sitio I | Sitio II | Sitio I | Sitio II |
| CLASE | | | | | | | | | | |
| BACILLARIOPHYCEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Achnanthes parvula</i> | x | | | | | | | | | |
| <i>Amphipleura</i> sp. | x | | | | | | | | x | |
| <i>Anomoeoneis sphaerophora</i> | | x | | | | | | | x | |
| <i>Anomoeoneis sphaerophora</i> f. <i>costata</i> | | x | | | x | x | | | | |
| <i>Aulacoseira granulata</i> | | x | | x | | x | | x | | x |
| <i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> | x | x | | x | | x | | x | | x |
| <i>Biddulphia laevis</i> | | | | | x | | x | | x | x |
| <i>Caloneis amphisbaena</i> | x | | x | | x | x | | x | x | |
| <i>Campylodiscus clypeus</i> | x | | | x | | | | | | |
| <i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> | x | | x | | x | x | x | | x | |
| <i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> | x | | | | | | | | | |
| <i>Craticula ambigua</i> | x | | | | | | | | | |
| <i>Cyclotella meneghiniana</i> | x | x | x | x | x | x | | x | x | x |
| <i>Cyclotella striata</i> | x | | | | x | | | x | | |
| <i>Cymatopleura solea</i> | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| <i>Cymbella affinis</i> | x | x | x | | x | x | x | | | x |
| <i>Cymbella cistula</i> | | | x | | | | | | | |
| <i>Cymbella prostrata</i> | x | x | | | | | | x | | x |
| <i>Cymbella tumida</i> | | | | | | x | | | | |
| <i>Diatoma tenue</i> | | | | | x | | | | | |
| <i>Diatoma vulgare</i> | x | | x | | x | x | x | | x | |
| <i>Diatoma vulgare</i> var. <i>linearis</i> | | | | | x | | | | | |
| <i>Epithemia adnata</i> | x | x | x | | x | x | x | | | x |
| <i>Epithemia argus</i> var. <i>alpestris</i> | x | | | | | | x | | | |
| <i>Epithemia sorex</i> | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| <i>Eunotia</i> sp. | | x | | | | | | | | |
| <i>Fragilaria construens</i> | x | x | | x | | x | | | | |
| <i>Fragilaria crotonensis</i> | x | x | | x | | x | | x | x | x |
| <i>Fragilaria virescens</i> | | | x | | | | | | | |
| <i>Gomphonema minutum</i> | | | | | x | | | | | |
| <i>Gomphonema olivaceum</i> | x | | x | | x | | x | | | |
| <i>Gomphonema parvulum</i> | x | | x | | x | | x | | x | |
| <i>Gomphonema</i> sp. | | x | | x | | | | x | | x |
| <i>Gyrosigma scalproides</i> | x | | x | | x | x | x | | x | x |
| <i>Gyrosigma</i> sp. | x | x | | | | | x | | x | |
| <i>Hantzschia amphyoaxis</i> | x | | | | x | | | | | |

| TAXA | Otoño | | Invierno | | Primavera | | Verano | | Otoño | |
|---------------------------------------|---------|----------|----------|----------|-----------|----------|---------|----------|---------|----------|
| | 2010 | | 2010 | | 2010 | | 2011 | | 2011 | |
| | Sitio I | Sitio II | Sitio I | Sitio II | Sitio I | Sitio II | Sitio I | Sitio II | Sitio I | Sitio II |
| <i>Melosira varians</i> | x | x | x | x | x | x | x | | x | |
| <i>Navicula</i> sp. | | | | | | | | | | x |
| <i>Nitzschia acicularis</i> | | x | | | | | | | | |
| <i>Nitzschia amphibia</i> | | | x | | | | | | | |
| <i>Nitzschia linearis</i> | | | | | | x | | | x | |
| <i>Nitzschia obtusa</i> | x | | | | | | | | | |
| <i>Nitzschia recta</i> | | | | | x | | | | | |
| <i>Nitzschia sigma</i> | x | x | | | x | | x | x | x | |
| <i>Nitzschia sigmoidea</i> | x | x | x | | x | x | x | x | x | x |
| <i>Pinnularia viridis</i> | x | | x | | | x | x | | | |
| <i>Pleurosigma</i> sp. | x | | | | | | | | | |
| <i>Rhoicosphenia curvata</i> | | | x | | | | | | | |
| <i>Rhopalodia gibba</i> | x | | x | x | x | x | x | x | x | |
| <i>Rhopalodia musculus</i> | x | | x | | x | | | | | |
| <i>Stephanodiscus dubius</i> | | | | | | x | | | | |
| <i>Surirella ovalis</i> | x | x | | | | x | | x | x | x |
| <i>Surirella minuta</i> | | | | | | x | | | | |
| <i>Surirella</i> sp. | | x | | | | | | | | x |
| <i>Synedra ulna</i> | x | x | | | x | | x | | x | x |
| CLASE XANTHOPHYCEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Heterothrix bristoliana</i> | x | x | | x | x | x | | x | | x |
| <i>Tribonema fonticola</i> | | | | x | | | | | | |
| CLASE EUGLENOPHYCEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Euglena oblonga</i> | x | | | | | | | | | |
| <i>Euglena spiroides</i> | | | | | | x | | x | | |
| <i>Euglena viridis</i> | x | x | x | | | | | | | |
| <i>Euglena</i> sp. | | | x | | | | | | | |
| <i>Phacus</i> sp. | | x | | | | | | | | |
| <i>Phacusstokesii</i> f. <i>minor</i> | x | | x | | | | | | | |
| <i>Trachelomonas</i> sp. | | x | | | | | | | | |
| CLASE RHODOPHYCEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Porphiridium</i> sp. | | | x | | | | | | | x |
| CLASE DINOPHYCEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Ceratium hirundinella</i> | x | x | | x | | x | | x | x | x |
| <i>Ceratium</i> sp. | | x | | | | | | | | |
| <i>Peridinium</i> sp. | x | x | | | | | | x | | |

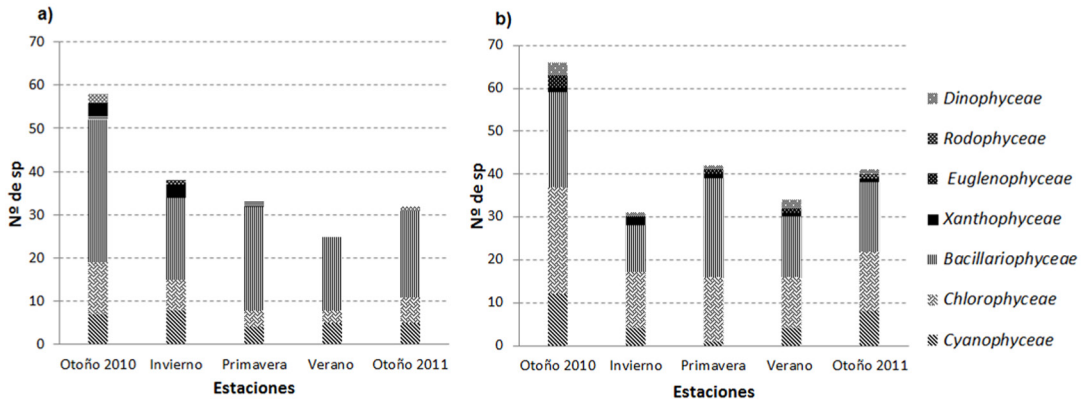


Figura 2. Distribución del número de especies de las clases algales durante el período otoño 2010 – otoño 2011. Sitio I (a) y Sitio II (b). Zona pedemontana del río Colorado.

El análisis de agrupamiento de Bray Curtis separa los sitios muestreados con un $S=48\%$ y define dos subgrupos mostrando en ambos, a la estación otoño 2010 separada del resto. La mayor similitud se da en el Sitio I entre verano y otoño de 2011 con $S=67\%$ (Fig. 3).

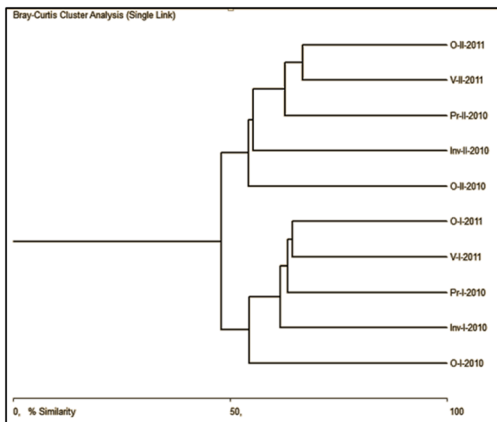


Figura 3. Dendrograma de Bray-Curtis indicando el grado de similitud de la ficoflora entre los distintos sitios de muestreo y estaciones del año. Zona pedemontana río Colorado. Ot SI 2010: Otoño Sitio I año 2010; Inv SI 2010: Invierno SI año 2010; Pr SI 2010: Primavera Sitio I año 2010; Ve SI 2011: Verano Sitio I año 2011; Ot SI 2011: Otoño Sitio I año 2011; Ot SII 2010: Otoño Sitio II año 2010; Inv SII 2010: Invierno Sitio II 2010; Pr SII 2010: Primavera Sitio II año 2010; Ve SII 2011: Verano Sitio II año 2011; Ot SII 2011: Otoño Sitio II año 2011.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las especies algales de mayor riqueza específica en el fitoplancton del río Colorado pertenecen a las clases Bacillariophyceae y Chlorophyceae, componentes que se reportan para diversos ríos y arroyos de nuestro país (Zalocar de Domitrovic, 1992; Anselmi de Manavella y García de Emiliani, 1995; Martínez de Fabricius y Gari, 1996; Luque y Martínez de Fabricius, 2000; Seeligmann *et al.*, 2001; Mirande y Traccana, 2005).

El flujo unidireccional, la turbulencia continua y los periódicos cambios de turbidez caracterizan a los sistemas lóticos. El Sitio I, aguas arriba del Dique Embalse Casa de Piedra registra algunos representantes de los géneros *Oedogonium*, *Phormidium*, *Spirogyra* y *Cladophora*, tal lo observado en el río Gastona por Mirande y Traccana (2004). La presencia de estas especies filamentosas se debe a la existencia de macrófitas en los márgenes del curso lótico y a una alta turbulencia del río que arrastra hacia el plancton estas formas originariamente bentónicas y perifíticas. La presencia de organismos no planctónicos en la fracción planctónica indica un aporte más o menos continuo del bentos como consecuencia de las características morfológicas e hidrológicas del río (Luque y Martínez de Fabricius, 2000).

Filamentos de *Cladophora glomerata* presentes en el Sitio I durante todo el año constituyen un importante sustrato para organismos epífitos especialmente diatomeas. Si bien se indica que el máximo crecimiento se presenta en primavera (Rosemarin, 1985; Martínez de Fabricius, 1986; Sánchez, 1991; Dodds y Gudder, 1992), posteriormente parte del talo se desprende y es transportado por la corriente (Luque y Martínez de Fabricius, 2000).

Las diatomeas pennadas fueron los taxones con mayor riqueza específica (48), típico de ambientes lóticos de bajo orden (Margalef, 1980) y coincide con lo observado en ríos serranos de provincia de Córdoba, mientras que las diatomeas del orden centrales (7) estuvieron poco representadas (Luque y Martínez de Fabricius, 2003).

Las especies comunes registradas para ambos sitios durante la campaña 2010-2011 incluyen a las diatomeas: *Aulacoseira granulata* var. *angustissima*, *Melosira varians*, *Fragilaria crotonensis*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Epithemia sorex*, *Nitzschia sigma*, *N. sigmoidea* y *Cymatopleura solea*, con el mayor porcentaje de ocurrencia en los sitios muestreados.

Respecto a Chlorophyceae, el orden Chlorococcales se encuentra representado por 28 taxones infragenéricos definidos por sus hábitos unicelulares o en agregados cenobiales de forma bien definida (Komárek y Fott, 1983), en coincidencia con lo registrado para el eje potámico Paraguay - Paraná (Zalocar de Domitrovic, 2005).

Las Cyanophyceae estuvieron representadas por los órdenes Chroococcales, Oscillatoriales y Nostocales. El Orden Oscillatoriales registró la mayor riqueza específica (16).

Coincidiendo con Zalocar de Domitrovic (2005) para el eje Paraguay - Paraná las Xanthophyceae estuvieron escasamente representadas en el plancton del río.

El análisis de agrupamiento de Bray Curtis separa los sitios muestreados con un $S= 48\%$ y define dos subgrupos (Sitio I y Sitio II). En ambos la estación de otoño 2010 se separa del resto en concordancia con la mayor riqueza específica.

Debido a la importancia geopolítica y socio-económica del río Colorado, resulta de interés la continuidad de estudios que monitoreen los parámetros físico-químicos del agua y su biodiversidad. Esto permitirá un mayor conocimiento del ecosistema para evaluar el impacto provocado por la explotación de hidrocarburos, actividad agrícola-ganadera y los asentamientos poblacionales sobre la cuenca. Es importante que estas áreas sean protegidas y valoradas de manera efectiva como recursos para las generaciones futuras.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcalde, R. y P. Seltzer. 2010. Estudios de la calidad de aguas en la cuenca del río Colorado. Tercer Congreso Pampeano del Agua: 17-21.
- Álvarez, S.B., G.I. Bazán, O.E. Romero y M.T. Wenzel. 1993. Estudio de la ficoflora del Embalse Casa de Piedra (Prov. La Pampa). COPROCNA: 1-25.
- Anselmi de Manavella, M.I. y M.O. García de Emiliani. 1995. Composición y dinámica del fitoplancton en una sección transversal del río Correntoso (Llanura aluvial del Río Paraná). Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral, 26(2): 39-54.
- Bazán, G.I. y S.B. Álvarez. 2004. Estudio preliminar de la ficoflora (algas) de los bañados del Atuel. <http://www.Alihuen.org.ar/proyectos/proyecto>.
- 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.
- Bazán, G.I., M.J. Galea y A.E. Biasotti. 2013. Comunidad fitoplanctónica en el tramo inferior del río Curacó (La Pampa, Argentina). IV Congreso Pampeano del Agua. ISBN: 978-987-27265-3-9.
- 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 Río Colorado, La Pampa, Argentina. *Revista Biológica de la DES Ciencias Biológicas Agropecuarias*, 15(1): 38-51. México. ISSN: 2007-705X.
- Conforti, V., J. Alberghina y E. González Urda. 1995. Structural changes and dynamics of the phytoplankton along a highly polluted lowland river of Argentina. *Journal of Aquatic Ecosystem Health*, 4: 59-75.
- Del Giorgio, P., A.L. Vinocur, R.J. Lombardo y H.G. Tell. 1991. Progressive changes in the structure and dynamics of the phytoplankton community along a pollution gradient in a lowland river - a multivariate approach. *Hydrobiologia*, 224: 129-154.
- Desikachary, T.V. 1959. *Cyanophyta*. Ed. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi, 686 pp.
- Dodds, W.K. y D.A. Gudder. 1992. The ecology of *Cladophora*. *Journal of Phycology*, 28: 415-427.
- Echaniz, S.A., A.M. Vignatti, O. Del Ponti, S.B. Álvarez, G.I. Bazán, E.M. Quirán, M.A. Rocha e 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 pp.
- Echenique, O.R. y J.M. Guerrero. 2003. Las algas del sistema Río Limay (Argentina). III Chrysophyta, Bacillariophyceae. 1: Centrales. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 38(1-2): 149-163.
- Galea, M.J., S.B. Álvarez, G.I. Bazán y A.L. Martínez de Fabricius. 2012. Monitoreo inicial de la ficoflora en Villa Vieja, Río Colorado (Dpto. Puelén, La Pampa, Argentina). *Biología Acuática*, 27: 135-140.
- García de Emiliani, M.O. y M. Devercelli. 2004. Estructura y dinámica del fitoplancton de un río tributario (Salado) y cauces secundarios del río Paraná (Santa Fe, Coronda y El Vado) en el área de confluencia (Santa Fe, Argentina). *FABICIB*, 8: 23-42.
- Geitler, L. 1932. *Cyanophyceae*. *En: Rabbenhorst's Kryptogamen-Flora*, 14, 1196.
- Gómez, N. y D.E. Bauer. 2000. Diversidad fitoplanctónica en la Franja Costera Sur del Río de la Plata. *Biología Acuática*, 19: 7-26.
- Gómez, N., D.E. Bauer, M. Licursi y P.R. Hualde. 2002. Planktonic and periphytic coastal algae of the Río de la Plata, Argentina. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 28: 250-253.
- Guarrera, S.A., M.A. Casco, R.O. Echenique y H.A. Labollita. 1987. Las algas del sistema Río Limay (R. Argentina) I. Cyanophyta: Chroococcales y Chamaesiphonales. *Revista Museo La Plata*, 14(Bot. 96): 163-189.
- Hustedt, F. 1930. *Bacillariophyta (Diatomaceae)*. *En: A Pascher. Die Süßwasser-flora Mitteleuropas. Heft. 10*. Jena, Gustav Fischer Verlag, 466 pp.
- Komárek, J y K. Anagnostidis. 1999. *Cyanoprokaryota. 1. Teil: Chroococcales. Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Berg.

- Von PascherHrsg. Von H. Ettl, Jena. G. Fischer Bd. 19, 548 pp.
- Komárek, J y K. Anagnostidis. 2005. Cyanoprokaryota. 2. Teil: Oscillatoriales. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Berg. Von PascherHrsg. Von H. Ettl, Jena. G. Fischer Bd. 19/2, 759 pp.
- Komárek, J. y B. Fott. 1983. Systematik und Biologie. Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales. DieBinnengewässer. Das Phytoplankton des Süßwasser. von Huber-Pestalozzi. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u Obermiller) Stuttgart, Germany, 1044 pp.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. 1986. Bacillariophyceae 2. Naviculaceae, 2/1, Jena, 875 pp.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. 1988. Bacillariophyceae 2. Bacillariaceae, Ephithemiaceae, Surirellaceae, 2/2, Stuttgart, 596 pp.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. 1991. Bacillariophyceae 3. Fragilariaceae, Eunotiaceae, 2/3. Stuttgart, 576 pp.
- Luque, M.E. y A.L. Martínez de Fabricius. 2000. Ficoflora fitoplanctónica y epilítica del río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina). Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, 35(1-2): 21-32.
- 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.
- Luque, M.E., N. Gari y 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). Revista UNRC, 17(1): 49-67.
- Margalef, R. 1980. Composición y fenología de la vegetación algal de un arroyo de Montseny (Barcelona). Oecología aquatica, 4: 111-112.
- Martínez de Fabricius, A.L. 1986. La ficoflora del Río Grande (Departamento de Calamuchita, provincia de Córdoba-Argentina). Revista UNRC, 6: 221-235.
- Martínez de Fabricius, A.L. 1995. Bacillariophyceae del Río Cuarto (Córdoba). Nuevas o raras para la Argentina. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, 31(1-2): 41-47.
- Martínez de Fabricius A.L. y E.N. Gari. 1996. Estudios sistemáticos de las Bacillariophyceae del Río Grande (Departamento de Calamuchita, Córdoba, Argentina). Pennales III. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, 32(1-2): 21-35.
- Martínez de Fabricius, A.L., N. Maidana, N. Gómez y 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.
- McAleece, N., P.J.D. Lamshead, G.L.J. Paterson y J.D. Gage. 1997. BioDiversity Professional versión 2. The Natural History Museum & The Scottish Association for Marine Science. London.
- Mirande, V. y B.C. Traccana. 2004. Fitoplancton del río Gastona (Tucumán, Argentina): Cyanophyta, Chlorophyta, Euglenophyta y Rhodophyta. Iheringia, Sér. Bot., 59(1): 35-58.
- Mirande, V. y B.C. Tracanna. 2005. Fitoplancton de un río del noroeste argentino contaminado por efluentes azucareros y cloacales. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, 40(3-4): 169-182.

- Mirande, V., N. Romero, M.A. Barrionuevo, G.S. Meoni, B. Navarro, M.C. Apella y B.C. Tracanna. 2000. Human impact on some limnological characteristics of the Gastona river (Tucumán, Argentina). *Acta Limnológica Brasiliensis*, 11(2): 101-110.
- Mirande, V., G.A. Barreto, S.E. Haleblan y B.C. Tracanna. 2009. Biodiversidad del Parque Nacional Pre-Delta (Entre Ríos, Argentina) II. Estudio cuantitativo del fitoplancton. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 44(1-2): 11-23.
- O'Farrell, I. 1993. Phytoplankton ecology and limnology of the Salado River (Buenos Aires, Argentina). *Hydrobiologia*, 271: 169-178.
- O'Farrell, I. y I. Izaguirre. 1994. Phytoplankton ecology and limnology of the River Uruguay Lower Basin (Argentina). *Hidrobiologia*, 112: 155-179.
- Patrick, R. y C. Reimer. 1966. The Diatoms of United States. V. 1. Monographs Acad. Sci. Philadel., 13, 688 pp.
- Patrick, R. y C. Reimer. 1975. The Diatoms of United States. V. 2. Monographs Acad. Sci. Philadel., 13, 213 pp.
- Polla, W.M., M.M. Salusso y V.C. Fernández. 2008. Estructura del fitoplancton de un sistema fluvial de llanura (río Salado del norte, Santa Fe) en dos fases hidrológicas diferentes. *FABICIB*, 12: 11-24.
- Prescott, G. M. 1982. Algae of the Western Great Lakes Area. N. M. C. Brown Co. Inc., 660 pp.
- Rosemarin, A.S. 1985. Reproductive strategy in the filamentous green alga *Cladophora glomerata* (L.) Kütz, an explanation for its widespread distribution. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 22: 2872-2877.
- Rout. J. y 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 y J. Armengol. 1988. Relationships between diatom assemblages and physico-chemical variables in the River Ter (N.E. Spain). *Internationale Revue gesamten Hydrobiologie*, 73: 171-179.
- Sánchez, V. 1991. Biología de *Cladophora glomerata* (L.) Kütz. en ríos y arroyos serranos de la provincia de Córdoba. Trabajo final Licenciatura en Ciencias Biológicas. UNRC.
- Seeligmann, C.T., B.C. Tracanna, S. Martínez de Marco y S. Isasmendi. 2001. Algas fitoplanctónicas en la evaluación de la calidad de agua de sistemas lóticos en el Noroeste Argentina. *Limnética*, 20: 123-133.
- Solari, L.C. 1995. Structure and dynamics of phytoplankton of the River Samborombón (Buenos Aires, Argentina). *Acta Hydrobiologica*, 37(4): 231-241.
- Starmach, K. 1966. Cyanophyta - Scinice, Glaucophyta - Glaucophyta. En: *Flora Slodkowodna Polski*, 2. Polsk. Ak. Inst. Bot. Warszawa, 807 pp.
- Tell, G. 1985. Catálogo de algas de agua dulce de la República Argentina. J. Cramer, Germany, 283 pp.
- Tell, G. y V. Conforti. 1986. Euglenophyta pigmentadas de la Argentina. *Bibl. Phycol. J. Cramer, Berlin, Stuttgart*, 75, 301 pp., 1025 láms.
- Vouilloud, A.A., S.E. Sala y M.R. Sabbatini. 2005. Diatomeas perifíticas de la cuenca del Río Sauce Grande (Buenos Aires, Argentina). *Iheringia, Sér. Bot.*, 60(1): 77-89.
- Wenzel, M.T.; S.B. Álvarez y G.I. Bazán. 1996. Estudio preliminar de las cianofíceas del Embalse Casa de Piedra (Prov. La Pampa), Argentina. *Physis (Buenos Aires), Secc. B.*, 51(120-121): 9-16.

- Wetzel, R.G. 2001. *Limnology. Lake and River Ecosystems*. Third edition. Elsevier Academic Press, 1006 pp.
- Zalocar de Domitrovic, Y. 1992. Fitoplancton de ambientes inundables del río Paraná (Argentina). Estudio comparativo entre áreas libres y vegetadas. *Hydrobiologia*, 25: 177-188.
- Zalocar de Domitrovic, Y. 1999. Estructura y dinámica del fitoplancton en la cuenca del eje potámico Paraguay-Paraná (Argentina). Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, 375 pp.
- Zalocar de Domitrovic, Y. 2005. Biodiversidad del fitoplancton en el eje fluvial Paraguay-Paraná. En: Aceñolaza, F.G. (ed.). *Temas de la biodiversidad del litoral fluvial argentino II*. INSUGEO, Miscelánea, 14: 229.
- Zalocar de Domitrovic, Y. y N.I. Maidana. 1997. Taxonomic and ecological studies of the Paraná River diatom flora (Argentina). *Bibliotheca Diatomologica* 34, J. Cramer, Berlín, 122 p.