

# **RIQUEZA Y ABUNDANCIA ESPECÍFICA DE FITOPLANCTON DE LA LAGUNA “EL MIRADOR” (SANTA FE, ARGENTINA) DURANTE LA ESTACIÓN DE VERANO**

**DIEGO GERMÁN FRAU**

Instituto Nacional de Limnología (UNL–CONICET).

Ciudad Universitaria, Paraje el Pozo. CP: 3000.

Santa Fe–Argentina.

E–mail: [diegogf@live.com.ar](mailto:diegogf@live.com.ar)

## **RESUMEN**

En el período comprendido entre febrero–marzo 2009 se realizó un estudio de la comunidad fitoplanctónica de la laguna “El Mirador” durante 4 semanas en 5 estaciones de muestreo. El objetivo fue caracterizar la abundancia y riqueza de fitoplancton durante este período y evaluar si la presencia de vegetación en diferentes zonas de la laguna influye en la riqueza del fitoplancton. La composición taxonómica, estructura de tamaños y abundancia específica fueron obtenidas, identificándose un total de 88 taxones en su mayoría Chlorophyta con una distribución heterogénea de abundancias entre las Divisiones taxonómicas consideradas. La abundancia máxima registrada durante el período de estudio fue para la estación E3 con 5.452 ind/ml y la categoría 1 (2–20  $\mu\text{m}$ ) con 3.501 ind/ml registrados. La laguna mostró tener una composición taxonómica similar a otras lagunas del valle de inundación del río Paraná, destacándose la influencia de la vegetación, con predominancia de taxones con metabolismo autotrófico facultativo en zonas vegetadas.

**Palabras clave:** riqueza, vegetación, abundancia.

# **PHYTOPLANKTON RICHNESS AND ABUNDANCE OF THE SHALLOW LAKE “EL MIRADOR” (SANTA FE, ARGENTINA) DURING SUMMER SEASON**

**DIEGO GERMÁN FRAU**

Instituto Nacional de Limnología (UNL–CONICET).

Ciudad Universitaria, Paraje el Pozo. CP: 3000.

Santa Fe–Argentina.

E–mail: [diegogf@live.com.ar](mailto:diegogf@live.com.ar)

## **ABSTRACT**

The phytoplankton community of the shallow lake “El Mirador” was studied over 4 weeks at 5 sampling points during the period February–March 2009. The aim of this project was to characterize the abundance and richness of phytoplankton during that time and evaluate if the importance of vegetation in the water body influences the composition of phytoplankton. Taxonomic composition, size structure and relative abundance were obtained. A total of 88 taxa were identified, mostly Chlorophyta, showing a heterogeneous abundance per Division. Maximum abundance registered during the study was for sampling station E3 with 5.452 ind.ml<sup>-1</sup> and for category 1 (2–20 µm) with 3.501 ind.ml<sup>-1</sup>. This shallow lake showed a similar taxonomic composition to other water bodies of the Paraná River floodplain, with an outstanding influence of vegetation, being predominant taxa, with facultative autotrophic metabolism in vegetated zones.

**Key words:** richness, vegetation, abundance.

Numerosos aspectos de la estructura y funcionamiento de sistemas acuáticos someros se ven influidos por la presencia de la vegetación litoral tanto flotante como sumergida al modificar las condiciones lumínicas, el nivel de oxígeno, la disponibilidad de nutrientes y la concentración de materia orgánica (Jeppesen *et al.*, 1997). Respecto de su influencia sobre el fitoplancton, la cobertura de plantas flotantes litorales ya ha sido descrita como un factor regulador en humedales de llanura de inundación (Zalocar de Domitrovic, 1993; Izaguirre *et al.*, 2004). La presencia de este tipo de vegetación determina una menor biomasa fitoplanctónica debido a: efectos aleopáticos, reducción de la cantidad de luz incidente o de la concentración de nutrientes en el medio (Gross, 2003; Meerhoff *et al.*, 2003; Bicudo *et al.*, 2007). Por su parte, la vegetación sumergida puede ejercer un efecto positivo sobre la riqueza y abundancia del fitoplancton generando ambientes óxicos y con alta transparencia (Jeppesen *et al.*, 2000).

La Reserva Ecológica de la Ciudad Universitaria forma parte de la compleja llanura de inundación del río Paraná y presenta en su porción central una laguna ("El Mirador"), en la cual se realizó este estudio, de 3,56 ha de superficie aproximada. La misma presenta un albardón perimetral discontinuo y algunos albardones interiores aislados. Alimentada en sus orígenes durante las crecientes de la laguna Setúbal, hoy se mantendría por agua de napas freáticas, agua de lluvia y escorrentías de los terrenos aledaños.

Entre la vegetación que se encuentra habitualmente cubriendo las costas de la laguna se observan varillares de duraznillo blanco (*Solanum glaucophyllum*), canutillares de *Panicum elephantipes* y en aguas abiertas camalotales de *Eichornia crassipes* que pueden estar alternados con repollitos de agua (*Pistia stratiotes*). Es común encontrar hacia la región perimetral pequeñas poblaciones de *Azolla* sp. y *Salvinia* sp., en tanto que como parte de la vegetación sumergida es frecuente encontrar al género *Ceratophyllum* sp. alternada con *Cladophora* sp.

El objetivo de este trabajo fue describir la riqueza y abundancia de fitoplancton en este cuerpo de agua durante 4 semanas consecutivas de la estación de verano, así como también evaluar la influencia de la vegetación sobre la composición taxonómica del fitoplancton.

Para el cumplimiento de estos objetivos, se realizaron cuatro muestreos semanales entre febrero-marzo 2009, período en que registraron 341 mm de agua caída (Dirección General de Comunicaciones de Santa Fe, 2012) y en que se recolectaron muestras en 5 estaciones de muestreo (E1, E2, E3, E4, E5) por campaña (Fig.1). Siendo que los componentes del fitoplancton se caracterizan por tener altas tasas reproductivas (Reynolds, 2006) se consideró el tiempo total de muestreo como suficiente para poder caracterizar el fitoplancton de la laguna en la estación de verano. Tres de las estaciones se seleccionaron según características conspicuas diferentes, representando diferentes micro-hábitat con condiciones lumínicas variables. La estación E1 se ubicó hacia

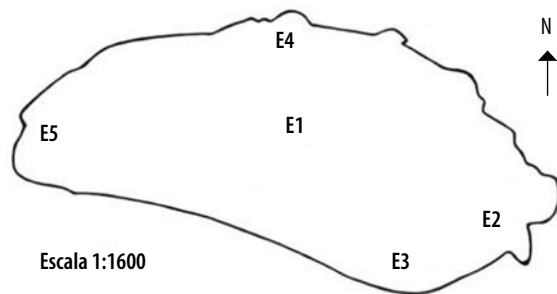
un punto central de la laguna, libre de vegetación flotante, arraigada o sumergida; la estación E3, hacia el sur-este de la Laguna con una población de *Eichornia crassipes*, y la estación E5, en la costa este de la laguna con una población de *Panicum elephantipes* y una importante población de *Cladophora* sp., inmersa en el cuerpo de agua. Se tomaron muestras además en dos estaciones accesorias (E2 y E4), ambas con presencia de *P. elephantipes* pero sin presencia de *Cladophora* sp. obteniéndose así información representativa de toda la laguna.

Los parámetros ambientales tomados *in situ* fueron temperatura, pH, conductividad y oxígeno disuelto y para ello se utilizaron sensores multiparamétricos HANNA y transparencia con disco de Secchi.

Las muestras de fitoplancton se tomaron en la región subsuperficial de cada estación de muestreo para ser fijadas inmediatamente con solución de Lugol acidificada al 1 %. El método de recuento consistió en contar todos los individuos presentes en un mínimo de 200 campos y hasta alcanzar un mínimo de 100 individuos de la especie más abundante. Los recuentos se realizaron en microscopio invertido Wild y la estimación de la densidad (ind.ml<sup>-1</sup>) se hizo según Utermöhl (1958). Los recuentos se efectuaron contando a los individuos como se encuentran en la naturaleza: colonias, cenobios, filamentos o células aisladas. Se cuantificaron además las diferentes categorías de tamaños a partir de la máxima dimensión lineal (MDL) de Lewis (1976) considerándose a tal fin 4 categorías: de 2 a 20 µm, de 20 a 40 µm, de 40 a 70 µm y >70 µm.

Los grupos taxonómicos del fitoplancton fueron considerados de acuerdo con Van den Hoek *et al.* (1995), excepto la División Cyanobacteria según Komárek & Anagnostidis (1999). El listado taxonómico obtenido se clasificó como: División, Orden, Género y Especie (cuando fue posible la identificación).

Se aplicó el índice de diversidad de Shannon–Wiener para cada una de las estaciones de muestreo consideradas. Se utilizó a tal fin el software de análisis estadístico PAST (Hammer *et al.*, 2001).



**Figura 1.** Esquema de la Laguna indicando las estaciones de muestreo. Tomado de Muñoz (2009).

Los resultados obtenidos respecto de las variables ambientales muestran que la temperatura, el oxígeno disuelto y la transparencia son las variables que mayores variaciones mostraron entre estaciones durante el período de muestreo. La estación E1 fue la que mostró temperaturas siempre menores y mayores valores de transparencia con relación a las demás estaciones de muestreo. La estación E2 presentó mayores variaciones en la concentración de oxígeno y E3 los valores más bajos de oxigenación (Tabla 1).

Se registró en todas las estaciones de muestreo y durante el período de estudio un total de 88 taxones distribuidos en 6 Divisiones (Tabla 2): Cyanobacteria, siendo dominante en frecuencia de aparición *Borzia trilocularis* y *Plectonema* sp., Chlorophyta dominando en abundancia y en frecuencia por *Monoraphidium*, *Oocystis*, *Pseudocaudrigula* y *Chlamydomonas*, Cryptophyta sólo representada por *Plagioselmis*, Euglenophyta con *Trachelomonas* y *Lepocinclis* como los géneros mejor representados en frecuencia de aparición y abundancia, Chrysophyta dominada por *Mallomonas*, *Nitzschia* y *Pleurosigma* y Dinophyta sólo representada por *Peridinium*.

La abundancia máxima registrada durante el período de estudio fue para la estación E3 con 5.452 ind.ml<sup>-1</sup>. Al considerarse la distribución de la vegetación en la laguna se diferenciaron al menos dos grandes zonas. Un primer micro-hábitat con escasa vegetación (E1, E2 y E4) y un segundo micro-hábitat limitado a la región litoral con presencia de vegetación flotante y/o sumergida, como es el caso de E3 y E5. Destaca E3 dominada por *Eichornia craccipes*, la cual presentó los valores de diversidad más elevados ( $H' = 2,11$  bits.ind<sup>-1</sup>) con fuerte presencia de representantes de la división Euglenophyta (1.615 ind.ml<sup>-1</sup>) y de Chrysophyta (1.248 ind.ml<sup>-1</sup>). Seguida por E5, dominada por *Chladophora* sp. (vegetación sumergida), que presentó altas densidades de Cryptophyta (865 ind.ml<sup>-1</sup>), Chrysophyta (652 ind.ml<sup>-1</sup>) y Cyanobacteria (233 ind.ml<sup>-1</sup>) además con una elevada diversidad ( $H' = 2,10$  bits.ind<sup>-1</sup>) en comparación con las otras estaciones de muestreo.

Fue E4 la estación que presentó en promedio la mayor densidad de *Chlorophyta* (2.940 ind.ml<sup>-1</sup>) con el menor valor de Diversidad de Shannon registrado para todas las estaciones ( $H' = 1,775$  bits.ind<sup>-1</sup>). Por su parte, E1 libre de vegetación y E2 con vegetación palustre arraigada fueron las estaciones donde predominaron representantes de la clase Chlorophyta (2.507 ind.ml<sup>-1</sup> y 1.691 ind.ml<sup>-1</sup> respectivamente) (Fig. 2).

La categorización de tamaños según el criterio de Lewis (1976) mostró que las mayores densidades correspondieron a la categoría 1 (2–20  $\mu$ m) con 3.501 ind/ml ( $\pm 461$ ) siendo predominante la especie *Monoraphidium circinale*. La categoría 2 (21–40  $\mu$ m) le siguió en número de individuos con 920 ind/ml ( $\pm 206$ ) y *Monoraphidium griffithii* como especie dominante, la categoría 3 (41–70  $\mu$ m) con 199 ind/ml ( $\pm 96$ ) y *Pleurosigma* sp. como especie dominante y, por último, la categoría 4 (> a 70  $\mu$ m) con *Plectonema* sp. como taxón dominante y un total de 63 ind/ml ( $\pm 14$ ) (Fig. 3).

Estación	Temperatura (°C)	pH	Conductividad (µS.cm <sup>-1</sup> )	Oxígeno Disuelto (ppm)	Secchi (m)
E1	27,4 ± 2,1	7,5 ± 0,6	1161,5 ± 273	11,0 ± 5,9	0,8 ± 0,5
E2	28,9 ± 2,2	7,5 ± 0,6	1164,0 ± 271	18,4 ± 11,5	0,3 ± 0,1
E3	28,8 ± 2,5	7,8 ± 0,5	1272,3 ± 249	9,0 ± 6,8	0,4 ± 0,1
E4	29,7 ± 2,2	7,6 ± 0,5	1160,8 ± 266	12,2 ± 4,5	0,9 ± 0,1
E5	30,0 ± 3,1	7,6 ± 0,5	1049,0 ± 77	11,6 ± 2,4	1,0 ± 0,1

Tabla 1. Valores medios y desvíos estándar de las variables fisicoquímicas registradas en la laguna.

	Estaciones de muestreo				
	E1	E2	E3	E4	E5
<b>CYANOBACTERIA</b>					
<b>Chroococcales</b>					
<i>Aphanocapsa tenuissima</i>	-	-	+	+	-
<i>Chroococcus minutus</i> (Kuetzing) Nägeli	+	+	+	+	+
<i>Merismopedia elegans</i> Braun	+	-	-	+	-
<b>Oscillatoriales</b>					
<i>Borzia trilocularis</i> Cohn	+	+	+	+	+
<i>Lyngbya</i> sp.	-	+	-	-	+
<i>Plectonema</i> sp.	-	+	-	-	-
<b>CHLOROPHYTA</b>					
<b>Chlorococcales</b>					
<i>Characium obesum</i> Taylor	+	+	+	+	+
<i>Coelastrum microporum</i> Naeg	+	+	+	+	+
<i>Crucigeniella tetrapedia</i> Kirchner	-	+	-	+	-
<i>Crusigeniella rectangularis</i> (Nägeli) Komárek	-	-	+	+	-
<i>Dictyosphaerium chlorelloides</i> Nägeli	-	-	-	+	-
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood	+	+	+	+	+
<i>Diplochloris</i> sp.	+	+	+	+	+
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komarkova–legn	+	+	+	+	+
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Nägeli) Komárková–Legnerová	+	+	+	+	+
<i>Monoraphidium circinale</i> (Nygaard) Nygaard	+	+	+	+	+
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková–Legnerová	+	+	+	+	+
<i>Monoraphidium komarkovae</i> (Nygaard) Komárková–Legnerová	+	+	-	+	+
<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková–legnerová	+	+	+	+	+
<i>Oocystis cf apiculata</i> West.	-	-	-	-	+
<i>Oocystis elliptica</i> West.	+	+	+	+	+

(Continúa en la página siguiente.)

<i>Oocystis pusilla</i> Hansgirg	+	+	-	+	+
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini	+	-	-	-	-
<i>Pseudoquadrigula</i> sp. 1	+	+		+	+
<i>Pseudoquadrigula</i> sp. 2	+	-	-	+	+
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehrenberg) Chodat	+	+	+	+	+
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson	-	+	+	+	+
<i>Schroederia antillarum</i> Komárek	+	-	+	-	+
<i>Schroederia nitzschoides</i> (West) Korschikov	-	-	+	-	+
<i>Tetrahedron mediocris</i> Hook	+	+	+	+	+
<i>Tetrahedron minimum</i> Hook	+	-	-	+	+
<i>Tetrastrum elegans</i> Playfair	+	+	+	+	+
<i>Tetrastrum triangulare</i> (Chodat) Komárek	-	-	-	-	+

### **Volvocales**

<i>Chlamydomonas acuta</i> Korshikov	+	-	+	+	-
<i>Chlamydomonas microsphaera</i> Pascher & Jahoda	+	+	+	+	+
<i>Chlamydomonas rodhei</i> Skuja	+	-	-	-	-
<i>Chlamydomonas serbinowi</i> Wille	-	-	-	+	+
<i>Chloromonas acidophila</i> Nygaard Gerloff & Ettl	+	-	-	+	+
<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg	+	+	-	+	+
<i>Nephroselmis minuta</i> Carter (Butcher)	+	+	+	+	+

### **Zygnematales**

<i>Closterium acutum</i> var. <i>Variabile</i> (Lemmermann) Krieger	+	+	+	+	+
<i>Spirogyra</i> sp.	-	+	-	-	-
<i>Staurostrum bieneanum</i> var. <i>Dep.</i> Rabenh	+	-	+	-	+

### **CRYPTOPHYTA**

#### **Cryptomonadales**

<i>Plagioselmis</i> sp.	+	+	+	+	+
-------------------------	---	---	---	---	---

### **EUGLENOPHYTA**

#### **Euglenales**

<i>Euglena clavata</i> Skuja	+	-	+	-	+
<i>Euglena</i> sp. 1	+	-	-	-	+
<i>Euglena</i> sp. 2	-	+	-	+	-
<i>Lepocinclis</i> sp.	+	+	+	+	+
<i>Trachelomonas</i> sp.	+	+	+	+	+

### **CHRYSOPHYTA**

#### **Synurales**

<i>Mallomonas</i> sp.	-	+	+	-	+
-----------------------	---	---	---	---	---

#### **Centrales**

<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing					
--	--	--	--	--	--

(Continúa en la página siguiente.)

<b>Pennales</b>	+	+	-	-	-
<i>Fragilaria capucina</i> Kützing	+	+	+	+	+
<i>Navicula</i> sp.	-	+	-	+	+
<i>Nitzschia levidensis</i> (Smith) Grunow	-	+	+	+	+
<i>Nitzschia linearis</i> Smith	+	+	+	+	+
<i>Nitzschia reversa</i> Smith	+	+	+	+	+
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W. Smith	+	+	+	+	+
<i>Nitzschia</i> sp.	+	+	+	+	+
<i>Pleurosigma</i> sp.	-	+	+	+	+
<b>DINOPHYTA</b>	+	+	+	+	+
<b>Peridinales</b>					
<i>Peridinium</i> sp.	+	+	+	+	+

---

<b>Taxones registrados con frecuencia de aparición menor o igual a dos muestras</b>					
---	--	--	--	--	--

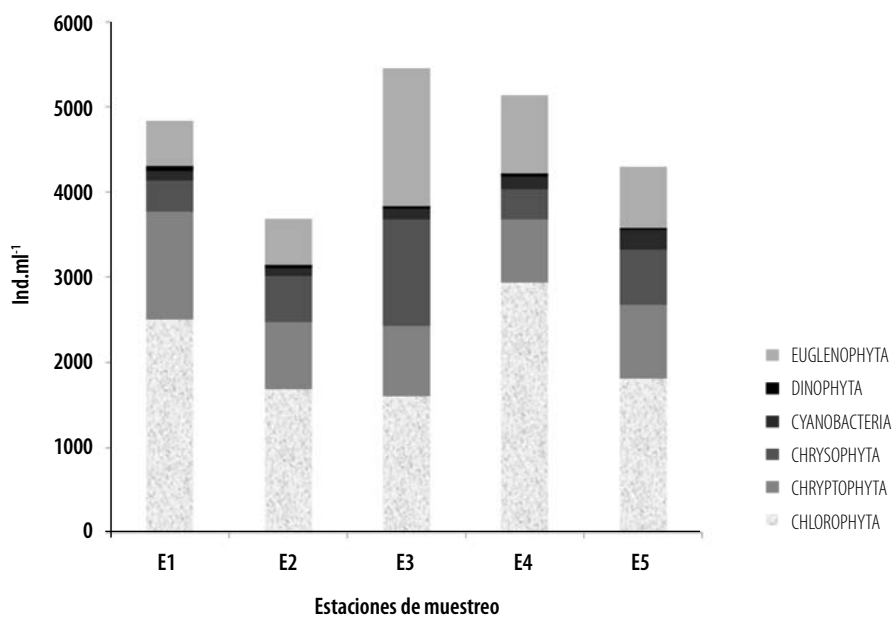
---

<b>TAXONES RAROS</b>					
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralphs					
<i>Closterium moniliferum</i> Bory					
<i>Coelastrum</i> sp.					
<i>Golenkiopsis parvula</i> Chodat					
<i>Hantzschia delicatula</i> (Kiitz) Grunow					
<i>Kirchneriella contorta</i> (Schmidle) Bohlin					
<i>Mougeotia</i> sp.					
<i>Ophiocytium capitatum</i> Wolle					
<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>subgran.</i> Raciborski					
<i>Placoneis elegans</i> Metzeltin, Lange–Bertalot & García-Rodríguez					
<i>Scenedesmus disciformis</i> (Chodat) Fott & Komárek					
<i>Scenedesmus intermedius</i> Chodat					
<i>Scenedesmus obtusus</i> Meyen					
<i>Strombomonas</i> sp.					
<i>Tetraedron</i> sp.					
<i>Tetrahedron trigonum</i> Cullen					
<i>Tetraplekton torsum</i> Skuja					
<i>Volvox barberi</i> Starr					
<i>Zygnema</i> sp.					

---

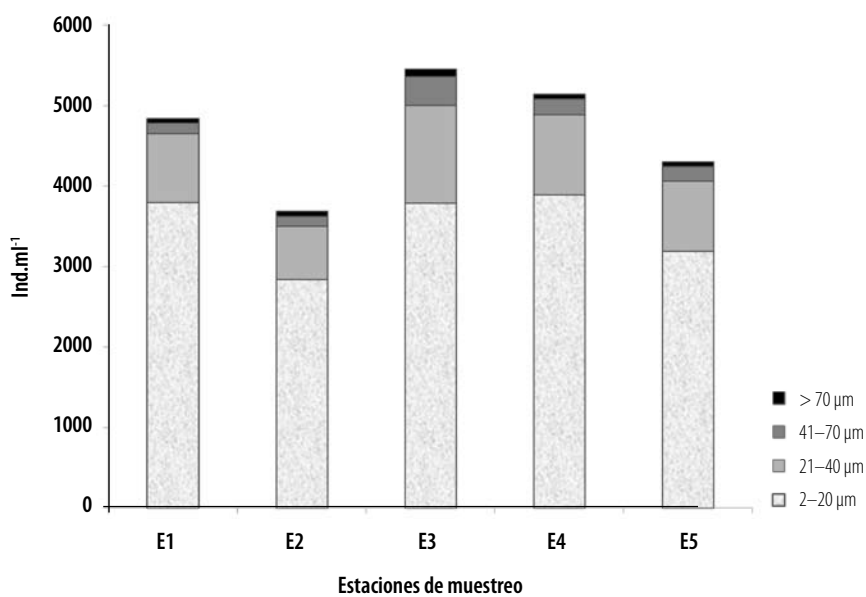
**Tabla 2.** Listado de taxones encontrados durante en el estudio en todas las estaciones de muestreo.  
(+) presencia, (-) ausencia.





**Figura 2.** Contribución de cada División a la abundancia total registrada en cada estación.

En (\*) se encuentran los valores de Diversidad de Shannon ( $\log_2$ ) en bits.ind<sup>-1</sup> obtenidos para cada estación de Muestreo.



**Figura 3.** Contribución de las diferentes fracciones de tamaño consideradas a la abundancia total en cada estación de muestreo.

La laguna presentó una disparidad en la contribución de taxones con predominancia de representantes de la Division Chlorophyta seguida de Chrysophyta, en especial del orden Pennales. Estos resultandos son congruentes con lo que otros autores (Izaguirre *et al.*, 2004; Zalocar de Domitrovic 1992, 2005) han encontrado para otros sistemas lagunares asociados al valle de inundación del río Paraná.

La densidad máxima que fue registrada en el estudio resultó ser comparativamente menor que la obtenida para estudios realizados en ambientes similares (Zalocar de Domitrovic, 1992, 1993, 1998) durante la misma estación del año. Esto podría ser atribuido a la falta de conexión directa al cauce principal que presenta la laguna, que en condiciones normales favorecería el intercambio de taxones durante los períodos de inundación (Junk, 1997). Respecto de la distribución de tamaños con predominancia de especies entre 2–20  $\mu\text{m}$ , esto coincide con lo encontrado por otros autores en humedales asociados al río Paraná (García de Emiliani, 1993; Unrein, 2002).

Un aspecto relevante a destacar en este estudio es la alta homogeneidad ambiental que presentó la laguna durante el período de estudio con algunas variaciones en los valores obtenidos para las variables físico-químicas que no pudieron ser asociadas a las variaciones de abundancia registradas para el fitoplancton. Esto es consecuente con lo expuesto por Wetzel (1982) en cuanto a la importancia del viento como homogeneizador de las condiciones físico-químicas en sistemas lagunares de reducido tamaño.

Al considerarse el efecto de la vegetación, numerosos estudios (Izaguirre *et al.*, 2001; Sheffer *et al.*, 2003; Meerhoff & Mazzeo, 2004) han demostrado la importancia de ésta como reguladora de los ensambles de algas en humedales al modificar las condiciones lumínicas y reducir la concentración de oxígeno.

Junk (1997) establece que un aporte importante de materia orgánica lo constituye la vegetación litoral, así como la propia vegetación flotante del cuerpo de agua. La presencia de material húmicos en el agua, sumada a un ambiente lumínico inestable y concentración de oxígeno variable, puede favorecer el desarrollo de taxones mixotróficos o heterotróficos (Jones, 2000).

Durante el período de estudio correspondiente a este trabajo se observó el desarrollo de Euglenophyta, Chrysophyta en la estación E3 (con presencia de *Eichornia crassipes*) y Cyanobacteria en E5 (con presencia de *Chladophora* sp.). Condiciones poco favorables para algas con metabolismo autotrófico obligado (baja disponibilidad lumínica y concentración de oxígeno variable que fueron obtenidas en estas estaciones) pudieron haber favorecido competitivamente a estos grupos de algas que presentan un metabolismo autotrófico facultativo, son capaces de sobrevivir en condiciones de oxígeno variable o se ven favorecidas por la presencia de vegetación al utilizarla como soporte (Izaguirre *et al.*, 2003, Izaguirre *et al.*, 2004). Los efectos de mezcla transversal habrían favorecido que estas estaciones fueran las que presentaron los mayores niveles de diversidad al incorporar

también otros grupos taxonómicos traídos por efecto del viento. Contrastando con esto se encuentran las estaciones E1, E2 y E4, donde el ambiente lumínico fue más estable, la concentración de oxígeno tuvo variaciones menos acusadas y la masa vegetal estuvo en contacto con el agua menor. Esto habría favorecido el desarrollo de taxones con metabolismo autotrófico obligado, como es el caso de Chlorophyta (Sherr & Sherr, 2002).

Los resultados obtenidos en este estudio son consecuentes con lo encontrado por Zalocar de Domitrovic (1992) al comparar zonas vegetadas y libres de un humedal con bajo nivel de conexión al río Paraná, y muestran que las características de esta laguna no escapan a las de un humedal de valle de inundación en cuanto a composición taxonómica y abundancia relativa de taxones.

Durante el período de estudio pudo observarse la influencia de la vegetación. En aquellas zonas litorales donde predomina la vegetación flotante o sumergida, la tendencia registrada fue un mayor número de taxones con metabolismo autotrófico facultativo que pueden hacer uso del material orgánico disponible y resistir bajos niveles de penetración lumínica o concentraciones de oxígeno variable. En las zonas libres de vegetación flotante o sumergida, con mayor disponibilidad lumínica y menor aporte de materia orgánica, tendieron a predominar taxones con metabolismo autotrófico obligado.

## AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimiento al matrimonio Paggi, a Cristian Debonis y a la Lic. Sandra Muñoz por su asistencia y compañía durante los muestreos. Se agradece también al Dr. Rodrigo Sinistro y a la Dra. Melina Devercelli por todos los aportes que realizaron para mejorar la calidad de este manuscrito. Este estudio fue financiado por la Universidad Nacional del Litoral (CAI+D PI 14–78).

**Recibido | Received:** 04 de octubre de 2011

**Aceptado | Accepted:** 09 de abril de 2012

## Referencias

- Bicudo, D.C., B.M. Fonseca, L.M. Bini, L.O Crossetti, C.E. Bicudo & T. Araujo–Jesús.** 2007. Undesirable side-effects of water hyacinth control in a shallow tropical reservoir. *Freshwat. Biol.* 52: 1120–1133.
- Dirección General de Comunicaciones. Registros Pluviométricos de la Provincia de Santa Fe.** Disponible en: [http:// www.santa-fe.gov.ar](http://www.santa-fe.gov.ar) (Buscado el 2/04/12).
- García de Emiliani, M.O.** 1993. Seasonal succession of phytoplankton in a lake of the Paraná River floodplain, Argentina. *Hydrobiologia* 264: 101–114.

- Gross, E.M.** 2003. Allelopathy of aquatic autotrophs. *Crit. Rev. Plant. Sci.* 22: 313–339.
- Hammer Ø., D.A.T. Harper & P.D. Ryan.** 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 9 p. Disponible en: [http://palaeo-electronica.org/2001/1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001/1/past/issue1_01.htm). (Buscado el 10/04/10).
- Izaguirre I., I. O'Farrell, F. Unrein, R. Sinistro, M. dos Santos Afonso & G. Tell.** 2004. Algal assemblages across a wetland, from a shallow lake to relictual oxbow lakes (Lower Paraná River, South America). *Hydrobiologia* 511: 25–36.
- Izaguirre I., I. O'Farrell & G. Tell.** 2001. Variation in phytoplankton composition and limnological features in a water–water ecotone of the lower Paraná Basin (Argentina). *Freshwat. Biol.* 46: 63–74.
- Jeppesen E., M. Søndergaard & K. Christoffersen.** 1997. The structuring role of submerged macrophytes in lakes. *Springer-Verlag*, New York, 471 pp.
- Jeppesen E., J.P. Jensen, M. Søndergaard, T. Lauridsen & F. Landkildehus.** 2000. Trophic structure, species richness and biodiversity in Danish lakes: changes along a phosphorus gradient. *Freshwat. Biol.* 45: 201–218.
- Jones, R.I.** 2000. Mixotrophy in planktonic protists: an overview. *Freshwat. Biol.* 45: 219–226.
- Junk, W.J.** 1997. The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System. *Springer-Verlag*, Berlin, 525 pp.
- Komarék J. & K. Anagnostidis.** 1999. *Cyanoprokariota*. 1. *Chroococcales*. In: Gustav Fisher (ed.) *Subwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart, Jena, 548 pp.
- Lewis, W.M.** 1976. Surface: volume ratio, implications for phytoplankton morphology. *Science* 192: 885–887.
- Meerhoff M., N. Mazzeo, B. Moss & L. Rodríguez-Gallego.** 2003. The structuring role of free floating versus submerged plants in a subtropical shallow lake. *Aquat. Ecol.* 37: 377–391.
- Meerhoff M. & N. Mazzeo.** 2004. Importancia de las plantas flotantes libres de gran porte en la conservación y rehabilitación de lagos someros de Sudamérica. *Ecosistemas* 13: 17–27.
- Muñoz S.** 2009. Distribución horizontal de los rotíferos del plancton en la laguna de la Reserva Ecológica de la Ciudad Universitaria (Santa Fe). Tesis de Grado. Universidad Nacional del Litoral. 56 p.
- Reynolds C.S.** 2006. Ecology of phytoplankton. Cambridge Univ. Press, England, 535 pp.
- Scheffer M., S. Szabo, A. Gragnani, E.H. van Nes, S. Rinaldi, N. Kautsky, J. Norberg, R.M.M. Roijackers & R.J.M. Franken.** 2003. Floating plant dominance as a stable state. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 100: 4040–4045.
- Sherr, E.B. & B.F. Sherr.** 2002. Significance of predation by protists in aquatic microbial food webs. *Antonie van Leeuw. Int. J.* 81: 293–308.
- Unrein, F.** 2002. Changes in phytoplankton community along a transversal section of the Lower Paraná floodplain, Argentina. *Hydrobiologia* 468: 123–134.
- Utermöhl H.** 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton. *Mitt. int. Ver. theor. angew. Limnol.* 9:1–38.
- Wetzel, R.G.** 1981. Limnology. Omega, Barcelona, 679 pp.
- Zalocar de Domitrovic, Y.** 1992. Fitoplancton de ambientes inundables del río Paraná (Argentina). *Rev. Hydrobiol. Trop.* 25: 177–188.
- Zalocar de Domitrovic, Y.** 1993. Fitoplancton de una laguna vegetada por *Eichhornia crassipes* en el valle de inundación del río Paraná (Argentina). *Amb. Subtrop.* 3: 39–67.
- Zalocar de Domitrovic, Y.** 1998. Variaciones Espaciales y Temporales en un Lago Subtropical de Argentina. *Rev. Bras. Biol.* 58: 359–382.
- Zalocar de Domitrovic, Y.** 2005. Biodiversidad del fitoplancton en el eje fluvial Paraguay–Paraná. *INSU-GEO* 14: 229–242.