

CARACTERIZACIÓN DEL FITOPLANCTON Y ESTADO TRÓFICO DE LA LAGUNA SAUCE GRANDE (PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA) EN EL OTOÑO DE 2010

N. C. Ferrer¹, N. L. Cony¹, C. F. Fornerón² y M. C. Piccolo^{2,3}

1. Universidad Nacional del Sur. Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia. San Juan 670. 8000. Bahía Blanca. Argentina.
2. Instituto Argentino de Oceanografía (IADO- CONICET). Camino La Carrindanga, km 7. 8000. Bahía Blanca. Argentina.
3. Universidad Nacional del Sur. Departamento de Geografía y Turismo. 12 de Octubre y San Juan. 8000. Bahía Blanca. Argentina.
nferrer@uns.edu.ar

ABSTRACT. The composition and abundance of the phytoplankton in the Sauce Grande Shallow Lake were studied during the autumn of 2010. Three sampling sites were established: In the output Sauce Grande River (E1), at the entrance of the Sauce Grande River in the water body (E2) and in the deepest sector of the water body (E3). Sixty taxa were identified, belonged to Chlorophyta (50%), Heterokontophyta (27%), Cyanobacteria (20%) and Dinophyta/Euglenophyta (3%). Phytoplankton abundance ranged between 84500 and 340600 ind/ml. No differences were observed in total phytoplankton abundances among sampling stations, but significant differences among sampling dates were found. *Planctonema lauterbornii* Schmidle (Chlorophyta) was the dominant species with abundances up to 70600 ind/ml. Several salinity indicators (as *Chaetoceros muelleri*, *Cyclotella* aff. *meneghiniana* and *Protopeiridium achromaticum*) and eutrophication indicators (as *Microcystis aeruginosa* and *Pediastrum boryanum*) were registered. Besides, representatives of Cyanobacteria putative toxic-bloom producers (as species of *Anabaena*, *Anabaenopsis*, *Aphanocapsa* and *Microcystis*) were identified. This shallow lake is classified as eutrophic according to Carlson TSI based on chlorophyll *a*. The high phytoplankton abundance and the low Secchi disk readings allow defining the Sauce Grande Shallow Lake as "turbid" and phytoplankton dominated.

KEY WORDS: phytoplankton abundance, Sauce Grande Shallow Lake, *Planctonema lauterbornii*, indicator species, eutrophication.

PALABRAS CLAVE: abundancia fitoplanctónica, laguna Sauce Grande, *Planctonema lauterbornii*, especies indicadoras, eutrofización.

INTRODUCCIÓN

Una de las características de la región pampeana es la alternancia de períodos de sequía con períodos de exceso de agua o inundación (Vervoorst, 1967) lo que combinado con su geomorfología permite que en las zonas más deprimidas de

la planicie se desarrolle un importante sistema de humedales y lagunas (Iriondo, 1984). Las lagunas pampeanas han sido caracterizadas como lagos muy poco profundos, con tiempo de permanencia del agua variable, naturalmente eutróficas y actualmente bajo estrés ambiental manifiesto que incrementa aún más

sus contenidos de nutrientes (Quirós *et al.*, 2002). En estos sistemas lagunares la sucesión de ciclos secos y húmedos alteran sus caracteres bióticos y abióticos, especialmente la composición salina de las aguas, que se concentra o diluye respectivamente según la duración e intensidad de los mismos. Estos cambios originan una respuesta de los organismos que habitan esos biotopos y modifican el ecosistema que presenta gran desarrollo de vida faunística y florística durante los períodos húmedos, hallándose muy empobrecidos durante los ciclos secos.

Las condiciones ecológicas de muchas lagunas de la provincia de Buenos Aires han sido estudiadas mediante métodos tradicionales de evaluación de calidad de aguas (Ringuelet *et al.*, 1967; Gabelle *et al.*, 2000; Fiorentino y Paoloni, 2001; Bohn *et al.*, 2004; Quirós *et al.*, 2005), dinámica estacional de características físicas (Geraldí, 2003; Torremorel *et al.*, 2007; Fornerón, 2008; Bohn, 2009), perspectiva ambiental (Zinger, 2000), caracterización del fitoplancton (Martin, 2005; Geraldí *et al.*, 2006; Andrade *et al.*, 2007) y del zooplancton (Claps *et al.*, 2004; Garibotti, 2006; Garibotti *et al.*, 2009). También se han utilizado técnicas que involucran información proveniente de sensores remotos y modelos específicos de calidad de aguas (Gelmi *et al.*, 2004; Fornerón y Piccolo, 2010). La laguna Sauce Grande ha sido estudiada desde el punto de vista de su hidrología (Remes Lenicov y Colautti, 2003; Fornerón *et al.*, 2010a,b) y calidad bacteriológica de sus aguas (Fernández, 2003; Fernández *et al.*, 2007). Con respecto al fitoplancton, los trabajos preliminares de

Ferrer *et al.* (2009) y Cony (2010) constituyen los únicos aportes en este sentido. Teniendo en cuenta que en este cuerpo de agua se desarrollan numerosas actividades recreativas, siendo uno de los principales atractivos la pesca deportiva de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*), y dado que el fitoplancton constituye el primer eslabón de las redes alimentarias en los ambientes acuáticos, el conocimiento de su composición y abundancia reviste especial interés para el ecosistema. Es por ello que el objetivo de este trabajo es caracterizar el fitoplancton de la laguna Sauce Grande durante el otoño de 2010, con el fin de establecer una relación con su estado trófico.

ÁREA DE ESTUDIO

La laguna Sauce Grande (38° 57' S - 61° 24' O) se localiza en el Sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Fig. 1). Es un cuerpo de agua que recibe el aporte del río Sauce Grande y luego descarga sus aguas al mismo, poco antes de su desembocadura en el mar. Se presenta como un gran ensanchamiento de este río, el que termina en un umbral natural de cierre, lo que le permite mantener un cierto nivel de agua y una constante renovación del agua que baja desde el lago del Dique Paso de las Piedras (Paoloni *et al.*, 1972). Presenta profundidades entre 0,60 m y 1,80 m, mientras que la profundidad media alcanza 1,40 m. Es una extensa y alargada depresión en sentido O-E, con costas bajas de tosca con suaves declives, por lo general barrosas y con juncales emergentes raleados; el fondo es de fango en casi su totalidad y

de conchilla en su orilla Sur (Remes Lenicov y Colautti, 2003). La cuenca de la laguna presenta un área de 3.027 km² (Fornerón *et al.*, 2010b). Se encuentra inmersa dentro de la región de la llanura pampeana. Se ubica en el límite de las provincias biogeográficas Pampeana y del Espinal siendo la vegetación predominante la estepa gramínea (Cabrera,

alcalino, con valores de oxígeno superiores a 7 mg/l (Fornerón *et al.*, 2010a). Las concentraciones de nutrientes medidas durante el otoño de 2010 variaron entre 0,0061 y 0,4935 mg/l (nitratos), 0,0098 y 0,0495 mg/l (nitritos), entre 0,0684 y 0,3284 mg/l (fosfatos) y entre 3,6904 y 5,2347 mg/l (silicatos) (Cony, 2010).

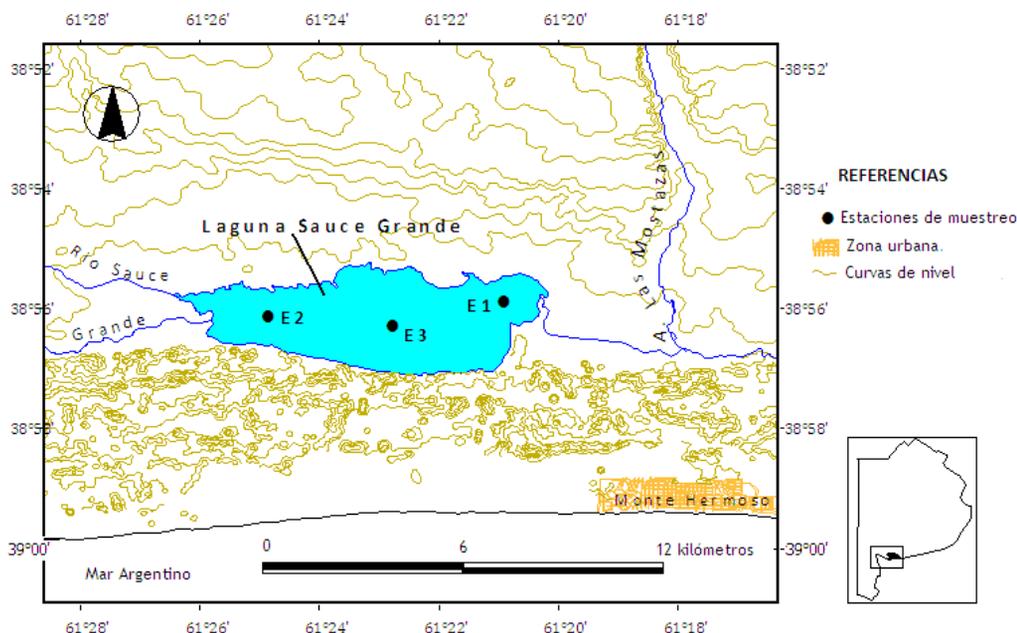


Figura 1. Localización del área de estudio y de las estaciones de muestreo.

1976). El clima de la región es templado con veranos e inviernos bien definidos y primaveras y otoños moderados. Los valores medios mensuales de temperatura oscilan entre los 14 °C y los 20 °C. Las precipitaciones son irregulares, de tipo frontal con valores anuales que oscilan entre 600 a 700 mm, por lo que el clima es subhúmedo (Campo *et al.*, 1994, 2004). Las condiciones fisicoquímicas de este cuerpo de agua lo definen como un cuerpo lagunar oligohalino, con pH

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio del fitoplancton se seleccionaron tres estaciones de muestreo localizadas: a la salida del río Sauce Grande (E1), en la entrada del río al cuerpo de agua (E2) y en el sector más profundo de la laguna (E3) (Fig. 1). La elección de los sitios de muestreo se basó en el análisis morfométrico de la laguna realizado por Fornerón *et al.* (2010b), por lo cual se tuvo en cuenta el ingreso

de agua dulce aportada por el río Sauce Grande (E2), la batimetría (E3) y el nivel natural de cierre (E1). La enumeración respetó el recorrido de la embarcación. El registro de las coordenadas geográficas se realizó con un Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Las campañas se realizaron mensualmente durante el período otoñal marzo-mayo de 2010. Para el estudio cualitativo del fitoplankton se tomaron muestras mediante arrastres horizontales, con red de plancton de 30 μm de apertura de malla, las que fueron fijadas *in situ* con Formaldehído al 4%. Las observaciones se realizaron con microscopios ópticos Leitz SM Lux y Zeiss Axiolab con contraste de fases y fluorescencia, con equipo fotográfico incorporado. La identificación se realizó consultando bibliografía especializada en función de los grupos algales dominantes (Bourrelly, 1966; Hindák, 1977, 1984, 1988, 1990; Komárek y Agnostidis, 1999, 2005; Komárek y Fott, 1983) y teniendo en cuenta antecedentes de estudios similares en lagunas pampeanas (Guarrera *et al.* 1968, 1972). Para el análisis cuantitativo, las muestras fueron tomadas de modo subsuperficial mediante el uso de una botella tipo Van Dorn y fijadas *in situ* con solución de Lugol. Los recuentos se efectuaron con una cámara de recuento tipo Sedgwick-Rafter, de acuerdo al método de McAlice (1971). Se registró la abundancia de cada individuo, entendiéndose como tal, la forma (solitaria, colonial, filamentosa) en que la especie se encuentra en la naturaleza; se consideraron los organismos con dimensiones a partir de 5 μm y con tres ó más células, en el caso de las formas

filamentosas. Para obtener una precisión en el valor final de $\pm 20\%$, en todos los casos se consideraron 100 células como número mínimo (Lund *et al.*, 1958). La abundancia de cada especie se expresó en individuos/ml. Para el análisis estadístico de los resultados se aplicó un ANOVA Doble sin réplicas. Por último, se realizó la comparación de las medias de a pares entre los meses con DMS (Diferencia Mínima Significativa) 5%.

Se midieron *in situ* variables fisicoquímicas (temperatura del agua, turbidez, pH y salinidad) con un multisensor Horiba U-10. La transparencia del agua se determinó mediante el uso de un disco de Secchi y se cuantificó el grado de turbidez mediante el cociente entre la profundidad media y la profundidad de la zona fótica (Fornerón *et al.*, 2010a). La profundidad del cuerpo de agua se registró con una regla graduada. La concentración de clorofila *a* y feopigmentos se calculó de acuerdo al método espectrofotométrico recomendado por APHA-AWWA-WEF (1998). Para definir el estado trófico de la laguna se aplicó el Índice de Estado Trófico de Carlson (ó TSI: "Trophic State Index", Carlson 1977) basado en la clorofila *a* (Fornerón *et al.* 2010a).

RESULTADOS

Parámetros fisicoquímicos

Durante el período de estudio la profundidad de la laguna no superó los 1,30 m siendo su valor medio 0,98 m. La turbidez osciló entre 500 y 600 UNT y la lectura del disco de Secchi tuvo un valor medio de 0,12 m. La temperatura

media del agua fue de 20 °C en marzo, 15 °C en abril y de 11 °C en mayo. La salinidad y el pH se mantuvieron relativamente constantes durante el período de estudio, con valores medios de 3,6 gr/l y 9, respectivamente. Los valores absolutos, mínimos y máximos, de clorofila *a* y feopigmentos en aguas superficiales de la laguna oscilaron entre 68,16 mg/m³ (mayo) y 274,7 mg/m³ (marzo) y entre 9,96 mg/m³ (mayo) y 77,27 mg/m³ (abril), respectivamente. Los valores promedio de estas variables, y sus desvíos estándar, se muestran en la figura 2. El Índice de Estado Trófico de Carlson osciló entre 80 y 85, lo que indica el carácter eutrófico a hipertrófico del cuerpo de agua. La laguna se clasifica como "turbia" según Quirós *et al.* (2002), teniendo en cuenta la relación entre la profundidad media y la profundidad fótica.

Análisis cualitativo del fitoplancton

Se identificó un total de sesenta taxones. La División Chlorophyta fue la mejor representada con 30 especies (50 % de los taxones), seguida por Heterokontophyta (16 taxones, 27%), Cyanobacteria (12 taxones, 20 %), Dinophyta (una especie) y Euglenophyta (una especie), estas dos últimas agrupadas en "Otras divisiones" (3% de los taxones) (Fig. 3). Se observó la presencia de especies indicadoras de eutrofización (*Microcystis aeruginosa* y *Pediastrum boryanum*), salinidad (*Chaetoceros muelleri*, *Cyclotella* aff. *meneghiniana* y *Protoperidinium achromaticum*) y de representantes de géneros de cianobacterias productoras de floraciones potencialmente tóxicas, como es el caso de *Anabaena*, *Anabaenopsis*, *Aphanocapsa* y *Microcystis*.

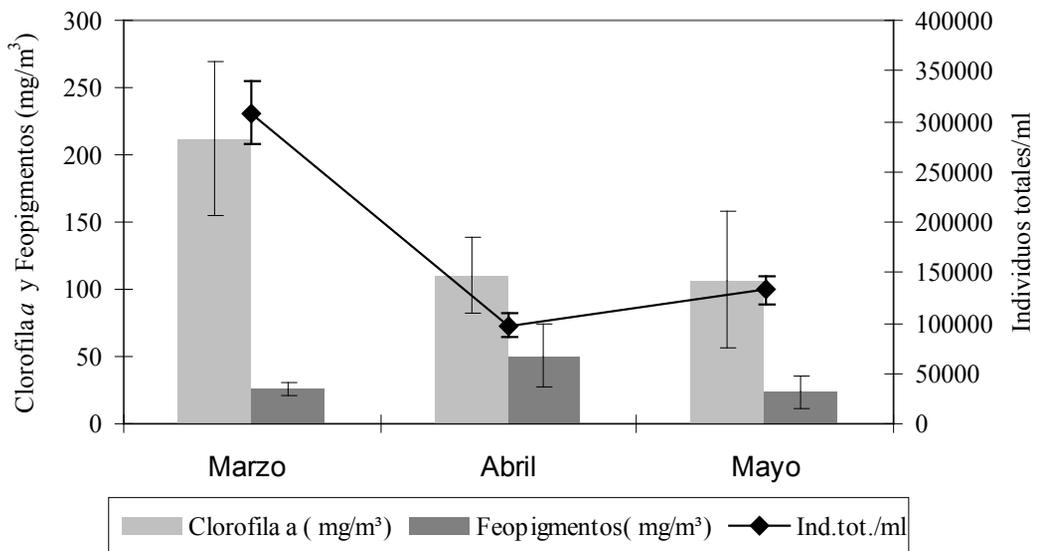


Figura 2. Variación de la abundancia fitoplanctónica (expresada como individuos totales/ml), concentración de clorofila *a* y concentración de feopigmentos en la Laguna Sauce Grande (promedio de las tres estaciones de muestreo) en el otoño de 2010. Las barras indican el desvío estándar.

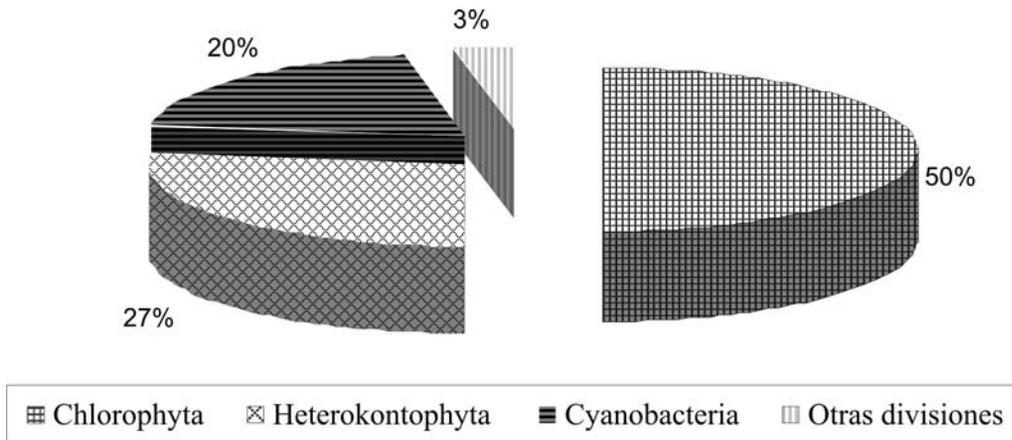


Figura 3. Representación porcentual de los taxones identificados en la laguna Sauce Grande en el otoño de 2010.

Análisis cuantitativo del fitoplancton

Los valores de abundancia total variaron entre 84.500 y 340.600 ind/ml y no se hallaron diferencias entre estaciones de muestreo dentro de cada uno de los meses considerados ($p \gg 0,05$). La variación de la abundancia fitoplanctónica mensual promedio de las tres estaciones se presenta en la figura 2. Sin embargo, sí se encontraron diferencias significativas entre los meses del período estudiado ($p < 0,01$). De la comparación de las medias de a pares entre los meses, surge que los valores de abundancia total de marzo difieren de los de abril y mayo, pero que los de estos dos últimos meses no difieren entre sí.

Durante el otoño de 2010 *Planctonema lauterbornii* fue la especie dominante en todos los sitios de muestreo, con valores de abundancia entre 14.700 y 70.600 ind/ml y con una dominancia relativa promedio del 54 %. Las especies subdominantes variaron en cada mes y sitio, alternando entre *Cyclotella* aff. *me-*

neghiniana, *Scenedesmus nanus*, *Scenedesmus quadricauda* y *Crucigenia quadrata*; en el mes de mayo, *C. quadrata* fue subdominante en los tres puntos de muestreo. En todos los casos, los valores de abundancia de estas especies subdominantes, fueron muy inferiores a los de *P. lauterbornii*.

DISCUSIÓN

La laguna Sauce Grande constituye un ejemplo de las denominadas lagunas pampásicas (Ringuelet, 1972) dado su carácter somero y homogeneidad, tanto en las características físicoquímicas como en la composición fitoplanctónica. La escasa profundidad máxima registrada (1,30 m) puede atribuirse a la sequía ocurrida en el período 2008-2009, ya que la profundidad histórica mencionada para este cuerpo de agua es de 3 m (Fornerón *et al.*, 2010a). Dado que la concentración salina de las lagunas pampeanas sigue tanto la variación anual como interanual de las precipitaciones, y que puede diluirse o concentrarse entre años

sucesivos (Bohn, 2009), este fenómeno meteorológico podría haber producido un aumento de la concentración de sales del cuerpo de agua. Sin embargo, en la laguna Sauce Grande en particular, esta concentración se encuentra también sujeta al ingreso de agua dulce aportada por el río Sauce Grande, y regulada por la apertura y cierre de las compuertas del dique Paso de las Piedras. Según el sistema propuesto por Aguesse y luego modificado por Ringuelet *et al.* (1967), los valores de salinidad de la laguna Sauce Grande la definen como un cuerpo lagunar oligohalino (salinidad < 5 gr/l). Una de las características más notables asociadas a este parámetro es la disminución de la diversidad y riqueza específica (Flöder y Burns, 2004), las que no fueron testeadas en este estudio. Desde el punto de vista cualitativo, se destaca la presencia de especies indicadoras de salinidad, tales como *Chaetoceros muelleri*, *Cyclotella* aff. *meneghiniana* y *Protoperidinium achromaticum*, citadas para otros ambientes salobres (Santoyo y Signoret, 1978; Izaguirre y Vinocur, 1994; Salusso *et al.*, 1997).

Para describir el estado trófico de un ecosistema acuático pueden utilizarse criterios químicos (concentración de nutrientes inorgánicos disueltos o totales en el agua), biológicos (concentración de clorofila *a*, biomasa de plantas o presencia de especies indicadoras) y/o físicos (turbidez del agua) (Conde, 2009).

El estado trófico de las lagunas pampeanas es influenciado tanto por la fertilidad de los suelos y las condiciones hidrometeorológicas como por las actividades humanas (Sosnovsky y Quirós

2006); en las lagunas pequeñas se muestra dependiente de las precipitaciones locales y del uso de la tierra en su entorno inmediato (Quirós *et al.*, 2002). Si bien la principal actividad que se realiza en la laguna Sauce Grande es la pesca deportiva de pejerrey y el uso como balneario en la estación estival, en los campos aledaños, tanto la agricultura como la ganadería son actividades de importancia, las que podrían contribuir con un aumento de nutrientes al ecosistema. En este sentido, Fernández *et al.* (2007) señalan que los niveles de nitratos y fosfatos en el agua son bajos, indicando que los fertilizantes no son causa importante de polución. Asimismo, las concentraciones de nutrientes (medidas como nitritos, nitratos, fosfatos y silicatos) registradas para la laguna Sauce Grande durante el período de estudio, e informadas por Cony (2010), también son bajas. Sin embargo, para una mejor caracterización de la laguna en este aspecto, sería conveniente contar con registros de nitrógeno y fósforo totales (NT y PT), los que no fueron medidos en esta investigación. Además, dado que la relación NT:PT de los lagos se ve modificada por las actividades humanas en sus cuencas de drenaje (Sosnovsky y Quirós, 2006), su conocimiento sería de interés para interpretar la dinámica de estos nutrientes en los cuerpos de agua como el que se encuentra bajo estudio.

La eutrofización de los sistemas acuáticos como resultado del incremento antrópico de nutrientes y el escaso intercambio del agua del sistema, entre otros factores, favorecen el desarrollo de floraciones. Las floraciones algales, también conocidas como "blooms", son eventos

de multiplicación y acumulación de las microalgas que viven libres en los sistemas acuáticos y que presentan un incremento significativo de la biomasa de una o pocas especies, en períodos de horas a días (De León, 2004). El aumento de la biomasa fitoplanctónica en un determinado tiempo se relaciona con distintos factores, de los cuales los más importantes son el incremento en la radiación solar, temperatura adecuada para las especies del fitoplancton, disponibilidad de nutrientes, ausencia o disminución de los consumidores herbívoros, procesos hidrológicos relacionados con una mayor o menor estabilidad de la columna de agua y ascenso de aguas ricas en nutrientes (Smayda, 1980). Si bien, por lo general, la mayoría de las floraciones algales son de cianobacterias y ocurren en el verano, en climas templados, las clorófitas son más frecuentes a principios del otoño (Bohn, 2009). La dominancia de las algas verdes ya ha sido mencionada para algunas lagunas pampásicas, como es el caso de la laguna Calderón en la provincia de Buenos Aires (Bohn, 2009). Asimismo, este grupo de algas fue el más ampliamente representado en la laguna Sauce Grande durante el otoño de 2010, con el 50% del total de los taxones identificados, siendo *P. lauterbornii* el taxón dominante. La presencia de esta clorofita filamentosa ya había sido informada para la laguna en el año 2009 (Ferrer *et al.*, 2009), aunque sin datos de abundancia. Floraciones de esta especie han sido registradas con esta misma estacionalidad en embalses de Mallorca, España (Ramón y Moya, 1984), donde a principios del otoño, la participación de *P. lauterbornii* en la co-

munidad fitoplanctónica alcanzó valores del 60%. En nuestro país, *P. lauterbornii* se ha citado como especie subdominante del fitoplancton en la laguna Cochicó (López *et al.*, 1993).

Al igual que lo que sucede en los lagos de zonas templadas y de llanura, la turbidez en la laguna bajo estudio, se relaciona directamente con la acción del viento, que genera la suspensión y resuspensión de sedimentos en la columna de agua debido a la escasa profundidad de la misma. Este parámetro favorece y condiciona los diferentes procesos biológicos, debido a que disminuye la transparencia del agua, por lo que la penetración de la luz es menor, se reduce el límite de la capa eufótica y se generan condiciones anaeróbicas en las zonas más profundas (Margalef, 1983). La influencia de este agente quedó evidenciada con los registros de vientos tomados durante el período considerado por Fornerón *et al.* (2010a). Por otra parte, el carácter “turbio” de la laguna se relaciona también con la elevada abundancia fitoplanctónica y alta concentración de clorofila *a*. (Fig. 2). La concentración de clorofila *a* es uno de los indicadores de la biomasa fitoplanctónica y por lo tanto del estado trófico del ecosistema (Carlson, 1977). De acuerdo con el Índice de Carlson, los elevados valores de clorofila *a* medidos durante el otoño del 2010 reflejan un carácter eutrófico con tendencia a la hipertrofia. Valores elevados de clorofila *a*, superiores a 100 mg/m³, ya habían sido registrados para la laguna en el año 2009 (Ferrer *et al.*, 2009). En base a las mediciones de clorofila *a* y de transparencia, este cuerpo de agua se clasifica como eutrófico a hipertrófico, de acuer-

do a los valores límite establecidos por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 1982). El carácter eutrófico se manifiesta también por la presencia de especies indicadoras de eutrofización, tales como *Microcystis aeruginosa* y *Pediastrum boryanum*.

Del análisis de los parámetros fisicoquímicos y del estudio cualicuantitativo del fitoplancton se concluye que la laguna Sauce Grande posee las características propias de un cuerpo de agua eutrófico a hipertrófico, con potencial capacidad de sostener altas densidades fitoplanctónicas y de desarrollar floraciones algales. Desde el punto de vista biológico, puede afirmarse que este carácter eutrófico registrado en el otoño de 2010, obedeció, principalmente, a la elevada concentración de clorofila *a*, medida a través del Índice de Carlson, y que es indicativa de una alta biomasa fitoplanctónica.

Un estudio más extendido en el tiempo, que integre el análisis de la microfiora fitoplanctónica junto con las variables fisicoquímicas ambientales, sería necesario para monitorear la evolución del TSI aplicado en esta investigación, y determinar así el carácter, estacional o regular, del estado trófico de este cuerpo de agua.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realizó con fondos otorgados en proyectos de la Universidad Nacional del Sur (UNS) bajo la dirección del Dr. Eduardo Cáceres, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.

Los autores agradecen al Lic. Ricardo Camina el tratamiento estadístico de los datos.

BIBLIOGRAFÍA

- American Public Health Association - American Water Works Association - Water Environment Federation (APHA-AWWA-WEF). 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Clesceri, L.S., Greenberg, A.E., Eaton, A.D. (Eds.), 20th Edition, American Public Health Association, Washington.
- Andrade, G.M., Ferrer, N.C., Bohn, V.Y. y M.C. Piccolo. 2007. Estudio preliminar del fitoplancton de la laguna Unamuno (Provincia de Buenos Aires). Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. Vol. 42. XXXI Jornadas Argentinas de Botánica. Corrientes, Argentina.
- Bohn, V.Y. 2009. Geomorfología e Hidrografía de las lagunas del sur de la Provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral. Dpto. de Geografía y Turismo. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca. 244 pp.
- Bohn, V.Y., Perillo, G.M. y M.C. Piccolo. 2004. Calidad y aprovechamiento del agua de la Laguna Unamuno (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Papeles de Geografía, Universidad de Murcia. España. 40. pp. 173- 184.
- Bourelly, P. 1966. Les algues d'eau douce. Initiation a la systematique, Saint-André-des Arts, Paris, 512 pp.

- Cabrera, A.** 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. 2da edición. Tomo II. Editorial Acme S.A.C.I. Buenos Aires, Argentina.
- Campo de Ferreras, A. y A. Capelli de Steffens.** 1994. La transición climática en el sudoeste bonaerense. Sigeo. Serie Monografías N° 5. Departamento de Geografía. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca.
- Campo de Ferreras, A., A. Capelli de Steffens y P. Diez.** 2004. El clima del Sudoeste Bonaerense. Departamento de Geografía y Turismo. Universidad Nacional del Sur, 99 pp. Bahía Blanca.
- Carlson, R.** 1977. A Trophic State Index for Lakes. *Limnology and Oceanography*, Vol. 22, N° 2, pp. 361-369. American Society of Limnology and Oceanography.
- Claps, M.C., N.A. Gabellone y H. Benítez.** 2004. Zooplankton biomass in an eutrophic shallow lake (Buenos Aires, Argentina): spatio temporal variations. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* 40 (3): 201-210.
- Conde, D.** 2009. Eutrofización, cambio climático y cianobacterias. En: Documento Técnico PHI N° 16. Cianobacterias Planctónicas del Uruguay: Manual para la identificación y medidas de Gestión. UNESCO, 96 pp.
- Cony, N.** 2010. Estudio del fitoplancton de la Laguna Sauce Grande, Provincia de Buenos Aires. Tesina de Grado. Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, 35 pp.
- De León, L.** 2004. Floraciones algales de agua dulce: cianobacterias, cianotoxinas. Curso de toxinas naturales. CIAT. Facultad de Medicina, 7 pp.
- Fernández, C.** 2003. Calidad bacteriológica en aguas recreativas de la laguna Sauce Grande. Tesina de grado. Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, 35 pp.
- Fernández, C., C.M. Salerno, J.D. Paoloni y G.C. Laurent.** 2007. Water quality in a lagoon in the southeast pampa region of Argentina. *Revista Argentina de Microbiología* 39: 51-56.
- Ferrer, N.C., G. Iglesias, N.L. Cony y E.J. Cáceres.** 2009. Estudio preliminar del fitoplancton de la Laguna Sauce Grande (Provincia de Buenos Aires). XXXII Jornadas Argentinas de Botánica. Huerta Grande, Córdoba. Argentina.
- Fiorentino, E. y D. Paoloni.** 2001. Evaluación hidrológica de la Laguna Chasicó como base de una adecuada gestión en la explotación del recurso. III Encuentros de las Aguas. Agua, Vida y Desarrollo. Santiago, Chile. pp. 109-110.
- Flöder, S. y C.W Burns.** 2004. Phytoplankton diversity of shallow tidal lakes: influence of periodic salinity changes on diversity and species number of a natural assemblage. *Journal of Phycology* 40: 54-61.
- Fornerón, C.F.** 2008. Hidrografía de la laguna La Salada, Partido de Bahía Blanca (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Tesina de grado. Departamento de Geografía y Turismo. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, 73 pp.

- Fornerón, C.F. y M.C. Piccolo.** 2010. Aplicación del algoritmo ISODATA para la determinación de áreas en dos ambientes acuáticos. Tecnología de la Información Geográfica del Sur Argentino. Capítulo N° 12. 126-135pp. .
- Fornerón, C.F., M.C. Piccolo, N.L. Cony y N.C. Ferrer.** 2010a. Hidrografía de la laguna Sauce Grande durante el otoño de 2010 (Provincia de Buenos Aires). Contribuciones Científicas Sociedad Argentina de Estudios Geográficos - GAEA. Volumen 22, 197-206. .
- Fornerón C.F., M.C. Piccolo y M.E. Carbone.** 2010b. Análisis morfométrico de la laguna Sauce Grande (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Revista HUELLAS N° 14, Primavera 2010. Instituto de Geografía. Facultad de Ciencias Humanas. UNLPam. 11-30. ISSN 0329-0573.
- Gabellone, N.A., L.C. Solari, M.C. Claps, M. E. Mac Donagh, H. Benítez, M. Ardohain y G. Ruiz.** 2000. Estado trófico de la laguna San Miguel del Monte (Partido de San Miguel del Monte, Buenos Aires). Diversidad y Ambiente 1: 29-35.
- Garibotti, E.** 2006. Estudio preliminar de la comunidad zooplanctónica en dos lagunas del sudoeste bonaerense en la primavera de 2006. Tesina de grado. Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, 51 pp.
- Garibotti, E., P.M. Cervellini y M.C. Piccolo.** 2009. Microcrustáceos planctónicos y características limnológicas de dos lagunas pampeanas (Buenos Aires, Argentina). Limnética 28 (1): 91-104.
- Geraldi, A.M.** 2003. Hidrografía de la Laguna Malaver (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Tesina de grado. Departamento de Geografía. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, 45 pp.
- Geraldi, A.M., V. Guinder, M.C. Piccolo y G.M.E. Perillo.** 2006. Estudio preliminar de la calidad de agua de las Lagunas Las Encadenadas del Oeste. VI Jornadas Nacionales de Geografía Física. Río Gallegos. Argentina. Pp 13-15.
- Gelmi, M., R. Ferrati, A. Vornetti y F. Castets.** 2004. Estimación de la Variación Temporal de la Disponibilidad de Agua en Sistemas Lagunares Pampeanos. III Congreso de Ecología y Manejo de Ecosistemas Acuáticos Pampeanos.
- Guarrera, S.A., S. Cabrera, E. López y G. Tell.** 1968. Fitoplancton de las aguas superficiales de la Provincia de Buenos Aires I. Área de la Pampa deprimida. Revista Museo de La Plata (Nueva Serie). (Bot.) 10 (49): 223-331.
- Guarrera, S.A., L. Malacalza y F.P. López.** 1972. Fitoplancton de las aguas superficiales de la Provincia de Buenos Aires. Revista del Museo de La Plata (Nueva Serie). Tomo XII. Botánica N°67: 161-222.
- Hindák, F.** 1977. Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae) I. Biol. Práce Slov. Akad. Vied. 23: 1-190.
- Hindák, F.** 1984. Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae) III. Biol. Práce Slov. Akad. Vied. 30: 1-308.

- Hindák, F.** 1988. Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae) IV. Biol. Práce Slov. Akad. Vied. 34: 1-263.
- Hindák, F.** 1990. Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae) V. Biol. Práce Slov. Akad. Vied. 36: 1-225.
- Iriondo, M.** 1984. The Quaternary of northeastern Argentina. En Rabassa J. (Ed) Quaternary of South America and Antarctic Peninsula 2: 51-78.
- Izaguirre, I. y A. Vinocur.** 1994. Typology of shallow lakes of the Salado River basin (Argentina) based on phytoplankton bloom. Nature 352: 612-614.
- Komárek, J. y K. Agnostidis.** 1999. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Cyanoprokaryota. 1. Teil: Chroococcales. Gustav Fischer. Jena Stuttgart-Lübeck-Ulm. 548 pp.
- Komárek, J. y K. Agnostidis.** 2005. Süßwasserflora von Mitteleuropa Cyanoprokaryota. 2. Teil/ 2nd Part: Oscillatoriales. Büdel, B.; Krienitz, L.; Gärtner, G. y M Schagerl. 759 pp.
- Komárek, J. y B. Fott.** 1983. Das Phytoplankton des Süßwasser Systematik und Biologie. Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales. Von Huber-Pestalozzi. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u Obermiller) Stuttgart, Germany. 1001 pp.
- López, H.L., O.H. Padín y J.M. Iwaszkiw.** 1993. Biología pesquera de las Lagunas Encadenadas del Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires. Dpto. Científico Zoología Vertebrados. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. 110 pp.
- Lund, J.W.G., C. Kilpling y E.D. Le Cren.** 1958. The inverted microscope method of estimating algal number, and the statistical basis of estimation by counting. Hidrobiología, 11 (2): 1-39.
- Margalef, R.** 1983. Limnología. Edic. Omega. Barcelona. 1010 pp.
- Martín, L.A.** 2005. Estudio del fitoplancton de la Laguna del Monte (Guaminí, Provincia de Buenos Aires). Tesina de Grado. Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, 48 pp.
- McAlice, B.J.** 1971. Observations on the small-scale distributions of estuarine phytoplankton. Marine Biology 7: 100-111.
- OCDE.** 1980. Eutrophication of Waters: Monitoring, Assessment, and Control. OCDE. París. 154 pp.
- Paoloni, J.D., O.C. Tujchneider y J.A. Luque.** 1972. Caracterización hidrológica de la cuenca del Río Sauce Grande en primera fase. Investigaciones Agropecuarias INTA. V. IX, 1-20.
- Quirós, R., J.J. Rosso, A. Rennella, A. Sosnovsky y M. Boveri.** 2002. Análisis del estado trófico de las lagunas pampeanas (Argentina). Interciencia V 27, N° 11: 584 -591.
- Quirós, R., M.B. Boveri, C.A. Petracchi, A. Rennella, J.J. Rosso, A. Sosnovsky y H. Bernard Von.** 2005. Los efectos de la agriculturización del humedal pampeano sobre la eutrofización de sus lagunas. En: Reunión de eutrofización en América del Sur. Instituto Internacional de Ecología. Red Entrosur, Brasil.

- Ramón, G. y G. Moyá.** 1984. Distribución estacional de *Planctonema lauterbornii* (Ulotrichaceae) en dos embalses de aguas mineralizadas (Cuber y Gora Blau, Mallorca). *Limnética* 1: 291-296.
- Remes Lenicov, M. y D. Colautti.** 2003. Informe Técnico N° 55. Campaña de relevamiento limnológicos e ictiológicos. Dirección de Desarrollo Pesquero, Subsecretaría de Actividades Pesqueras, MAA. 20 pp.
- Ringuelet, R.A.** 1972. Ecología y biología del hábitat lagunar o lago del tercer orden de la región neotrópica templada (Pampasia Sudoriental de Argentina). *Physis* 31 (82): 55- 76.
- Ringuelet, R.A., A. Salibián, E. Claverie y S. Ilhero.** 1967. Limnología química de las lagunas pampásicas (Provincia de Buenos Aires). *Physis* 27 (74): 201-221.
- Salusso, M.M., L.B. Moraña y V. Liberal.** 1997. Procesos de autodepuración en ríos del Valle de Lerma, Salta (Argentina). Cuadernos de CURIHAM (Centro Universitario Rosario de investigaciones Hidroambientales) 3 (4): 27-38. ISSN: 1514-2906.
- Santoyo, H. y M. Signoret.** 1978. Fito-plancton de la laguna del Mar Muerto en el sur del Pacífico Norte. *An Centro Ciencias del Mar y Limnol. UNAM* 6 (2): 71-80.
- Smayda, T.J.** 1980. Phytoplankton species succession. En: *The Physiological Ecology of Phytoplankton* (Ed. I. Morris). Univ. California Press. 493-563.
- Sosnovsky, A. y R. Quirós.** 2006. El estado trófico de pequeñas lagunas pampeanas, su relación con la hidrología y el uso de la tierra. *Ecología Austral* 16: 115-124.
- Torremorel, A., J. Bustigorry, R. Escaray y H. Zagarese.** 2007. Seasonal dynamics of a large, shallow lake, laguna Chascomús: The role of light limitation and other physical variables. *Limnologica* 37:100-108.
- Vervoost, F.B.** 1967. Las comunidades vegetales de la Depresión del Salado (Provincia de Buenos Aires). En: *La vegetación de la República Argentina. Serie Fitogeográfica* 7. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires, Argentina, 219 pp.
- Zinger, A.** 2000. Relación sociedad naturaleza en ecosistemas de clima templado semiárido. Caso Laguna Chasicó. Provincia de Buenos Aires. Tesis de Magíster. Universidad de Mar del Plata.