

PRODUCCIÓN PRIMARIA FITOPLANCTÓNICA DE UN LAGO SOMERO TURBIO ORGÁNICO EN RELACIÓN CON EL ZOOPLANCTON (LA PAMPA, ARGENTINA)

A. VIGNATTI, S. ECHANIZ, D. RAMOS,
A. PILATI & G. BAZÁN

*Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa
Avenida Uruguay 151. 6300 - Santa Rosa, La Pampa.
aliciavignatti@exactas.unlpam.edu.ar*

ABSTRACT. Primary production (PPr) is the energy fixed by autotrophic organisms. In aquatic ecosystems, it is mostly produced by photosynthetic processes performed by planktonic or benthic algae and macrophytes. In La Pampa, the ecology of shallow lakes has recently begun to be studied, but there is no reference made to the algal PPr and how it is influenced by zooplankton. Since shallow lakes in La Pampa are different from those widely studied in Buenos Aires province, the objective of this contribution was to determine the phytoplanktonic PPr of an organic turbid shallow lake of the northeast La Pampa, and the influence of zooplankton in its value. PPr was estimated 6 times along the day with the dissolved oxygen technique, using clear and dark bottles. To test the effect of zooplankton on PPr estimates, we compared PPr with and without zooplankton, which was removed with a 40-micron mesh net. A higher concentration of nutrients was recorded than the typical pampasic shallow lakes of Buenos Aires province. Phytoplankton was dominated by Chlorophyta and the zooplankton assemblage was typical of low salinity environments. Zooplankton densities were reduced during noon-afternoon hours, what might indicate an important zooplankton migration process. Net PPr was similar to the detected in lakes at similar latitudinal location, but the maximum PPr per unit chlorophyll was higher than the recorded in organic turbid lakes of Buenos Aires Province. Zooplankton had a weak influence on PPr. Determinations from the two treatments did not show significant differences, except at 8 PM when the net PPr without zooplankton was three times higher than the treatment with zooplankton.

Key words: shallow lakes, primary production, zooplankton.

Palabras clave: lagos someros, producción primaria, zooplancton.

INTRODUCCIÓN

La producción primaria en un ecosistema acuático corresponde a la energía fijada por organismos autótrofos, principalmente algas (fitoplanctónicas y bentónicas) y macrófitas y puede expresarse mediante la canti-

dad de carbono fijado (Rodríguez, 1999).

En Argentina, la información acerca de la producción primaria de los lagos someros ubicados en la región pampeana es reciente, ya que generalmente se ha determinado la concentración de clorofila *a* y las especies presentes en el fitoplancton, pero no es frecuen-

te la determinación de la producción primaria fitoplanctónica. Allende *et al.* (2009) analizaron la diversidad, estructura de tamaños y el aporte a la producción primaria de cada fracción del fitoplancton en 10 lagos someros de la cuenca del río Salado, en la provincia de Buenos Aires, incluyendo los tres tipos de lagos: claros y vegetados, turbios a causa del fitoplancton y turbios inorgánicos. Torremorell *et al.* (2009) estudiaron las adaptaciones de la comunidad fitoplanctónica, dadas por su dinámica estacional -tanto su biomasa como su producción- en respuesta al patrón estacional de radiación solar incidente, en la laguna Chascomús, un lago somero turbio de la cuenca del río Salado.

En La Pampa, la ecología de los lagos someros ha comenzado a estudiarse recientemente (Echaniz y Vignatti 2001, 2002; Echaniz *et al.*, 2005, 2006 y 2008; Pilati 1997, 1999; Vignatti y Echaniz, 1999; Vignatti *et al.*, 2007). En estas investigaciones se estudiaron la composición taxonómica y aspectos ecológicos del zooplancton, en relación con las principales variables físico químicas, principalmente la salinidad, cantidad de nutrientes y concentración de clorofila *a*, pero sin referencia a la producción primaria fitoplanctónica y como es influida por el zooplancton, siguiente nivel en la estructura trófica de los ecosistemas. Es por esto que resulta de interés el estudio de este aspecto de la ecología de los ambientes pampeanos, principalmente teniendo en cuenta que la mayor parte de los lagos someros de la provincia de La Pampa presentan algunas diferencias con los estudiados en la provincia de Buenos Aires, como son su carácter arreico y su elevada concentración de nutrientes y de sales (Echaniz *et al.*, 2008). El objetivo de este trabajo es determinar la producción primaria fitoplanctónica durante un día, en verano, y la influencia ejercida sobre ésta por el zooplancton, en una laguna turbia orgánica del noreste de La Pampa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se desarrolló en la laguna La Arocena (35° 40' 57" S, 63° 42' 03" O) (Fig. 1), ubicada al noreste de la provincia de La Pampa, a 4 km de la ciudad de General Pico. Se trata de una laguna arreica, situada en el paisaje más fértil de la provincia, rodeada de campos dedicados al cultivo de soja, con poca carga animal. Como la gran mayoría de los cuerpos de agua del territorio pampeano, fue un ambiente semipermanente, pero desde la derivación de los desagües pluviales de la localidad mediante un canal de hormigón, se ha transformado en cuerpo léntico permanente. Tiene un largo máximo de 1446 m, un ancho máximo de 512 m, una superficie de 48,5 ha y una profundidad máxima de 3,2 m. Posee una fauna íctica dominada por pejerreyes (*Odonesthes bonariensis*) y tarariras (*Hoplias malabaricus*) (Gilbert *et al.*, 1996). Presenta reducida vegetación acuática en las orillas, especialmente juncos (*Schoenoplectus californicus*). En su costa Este se encuentra emplazado un parque comunitario en relativo desuso y un club náutico y de pesca.

Trabajo de campo

El trabajo de campo se realizó el 14 de febrero de 2008. *In situ* se registraron la temperatura del agua y concentración de oxígeno disuelto (oxímetro Lutron DO 5510), transparencia (disco de Secchi), pH (peachímetro Corning PS-15) y conductividad (conductímetro Oakton TDSTestr 20). Cada dos horas se tomaron muestras de agua subsuperficiales para la determinación en laboratorio de las concentraciones de clorofila *a*, sólidos suspendidos totales, orgánicos e inorgánicos y sólidos disueltos totales. A las 14 hs se tomó una muestra para la determinación de nutrientes y contenido iónico. Todas

las muestras se mantuvieron refrigeradas hasta su análisis.

Los muestreos de zooplankton se realizaron también cada dos horas. Se colectaron muestras cualitativas mediante arrastres de una red cónica de 22 cm de diámetro de boca y 40 μm de abertura de malla y además se tomaron muestras cuantitativas utilizando una trampa de tipo Schindler-Patalas de 10 litros de capacidad equipada con una red de 40 μm de abertura de malla.

A las 14 hs se tomaron dos muestras cualitativas de fitoplancton con una red de 20 μm de abertura de malla. En todos los casos, las muestras fueron preservadas con formol al 4-5% y depositadas en la Planctoteca de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNLPam.

Trabajo experimental

A efectos de determinar la producción primaria fitoplanctónica se empleó la técnica de determinación de la concentración de oxígeno disuelto en el agua de botellas claras y oscuras (Cole, 1988; Izaguirre y Conzonno, 1995). El agua en todas las ocasiones se tomó subsuperficialmente, mediante un recipiente plástico de 10 l, con el

que se llenaron las botellas a efectos de evitar burbujeos. Tanto la concentración de oxígeno inicial como las resultantes luego de las incubaciones, se midieron con el mismo oxímetro mencionado más arriba. Las botellas fueron incubadas a una profundidad de 10 cm aproximadamente, durante una hora. En todos los casos la experiencia se desarrolló en el mismo sector de la laguna, a 10 m de la costa, en un punto con una profundidad de 1, 2 m (Fig. 1).

Para determinar diferencias a lo largo del día, el experimento se llevó a cabo a las 10, 12, 14, 16, 18 y 20 horas. Dado que también se procuró establecer la influencia del zooplankton sobre la producción primaria, se realizaron dos tratamientos diferentes en ambas botellas, con y sin zooplankton >40 μm , el que fue eliminado por filtración a través de una malla de 40 μm de abertura. En cada ocasión se hicieron dos réplicas de cada tratamiento. Los resultados se expresan como cantidad de carbono fijado por unidad de tiempo (Cole, 1988; Izaguirre y Conzonno, 1995) y se empleó un coeficiente fotosintético de 1,2 (Cole, 1988; Conzonno, 1995).

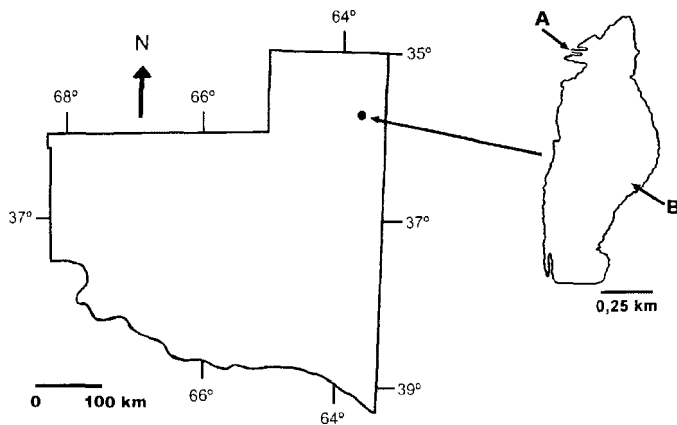


Figura 1. Ubicación de la laguna La Arocena (departamento Maracó, provincia de La Pampa). A: entrada del canal de desagüe desde General Pico. B: sector en donde se realizó la experiencia.

Trabajo de laboratorio

Los sólidos disueltos totales se determinaron por el método gravimétrico, con secado del agua filtrada a través de filtros de fibra de vidrio de 1,5 μm de poro marca Microclar FFG047WPH en estufa a 104 °C (APHA, 1999). Los sólidos suspendidos totales, orgánicos e inorgánicos se determinaron mediante secado de los mismos filtros de fibra de vidrio prepesados, a 104 °C y posterior calcinado a 550 °C (EPA, 1993).

El contenido de clorofila *a* se estimó mediante extracción con acetona acuosa y espectrofotometría (espectrofotómetro Metrolab 1700) (APHA, 1992; Arar, 1997). La concentración de nitrógeno total se estimó mediante el método de Kjeldahl y la de fósforo total mediante la digestión de la muestra con persulfato de potasio en medio ácido y lectura espectrofotométrica (APHA, 1992).

Para determinar la abundancia del zooplancton, se realizaron los conteos de las dos réplicas. El microzooplancton se contabilizó en cámaras de Sedgwick-Rafter de 1 ml y microscopio óptico a 40x - 100x y el macrozooplancton en cámaras tipo Bogorov de 5 ml y microscopio estereoscópico. Los resultados se expresan como la media de ambas réplicas.

A efectos de determinar las frecuencias relativas de los taxa fitoplanctónicos presentes, se contaron los individuos de cada grupo taxonómico, bajo microscopio óptico, expresándose los resultados en porcentajes.

Análisis de datos

A efectos de verificar la homogeneidad de varianzas, se realizó el test de Levene y se probó la normalidad de los datos. Se efectuó el análisis de varianza entre los tratamientos con zooplancton y sin zooplancton $>40 \mu\text{m}$ y se calcularon coeficientes de correlación de Pearson (Zar, 1996). En todos

los casos el nivel de significación fue 0,05.

RESULTADOS

Parámetros ambientales

La concentración de sólidos disueltos en el agua de la laguna La Arocena fue reducida y alcanzó 0,18 g.l^{-1} . El contenido iónico estuvo dominado por los bicarbonatos entre los aniones y el sodio entre los cationes (Fig. 2).

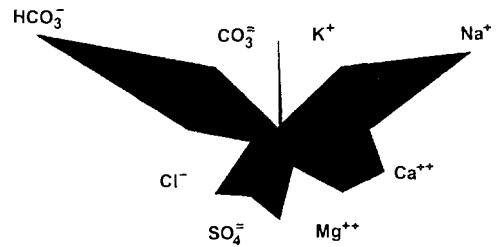


Figura 2: Representación de la composición iónica del agua de la laguna La Arocena mediante el diagrama de Maucha.

La temperatura y el pH del agua en la zona en la que se realizó la toma de las muestras y las experiencias (Fig. 3) mostraron un patrón similar, con un incremento hasta alcanzar sus máximos a las 16 horas y una disminución posterior. La transparencia del agua registrada a lo largo del día, no presentó grandes variaciones (Fig. 4) y se calculó una media diaria de 0,27 metros ($\pm 0,02$). La concentración de sólidos suspendidos totales tampoco mostró oscilaciones diarias marcadas y la media calculada fue de 33,7 mg.l^{-1} ($\pm 1,02$). En todas las ocasiones predominaron sólidos de origen orgánico, que representaron entre el 96,5 y el 99,2 % del total (Fig. 4).

La concentración de oxígeno disuelto en el agua de la laguna aumentó constantemente a lo largo del día,

hasta alcanzar el máximo a las 20 horas (Fig. 5).

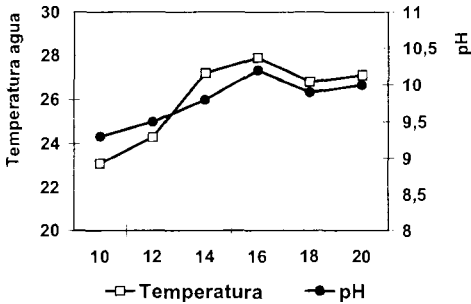


Figura 3. Fluctuación de la temperatura (°C) y el pH del agua en el ciclo diario estival analizado en la laguna La Arocena.

sólidos suspendidos de origen orgánico.

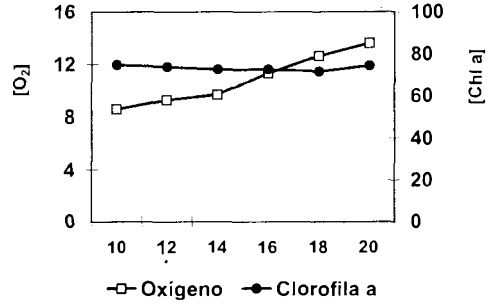


Figura 5. Variación de la concentración de oxígeno disuelto (mg.l⁻¹) y clorofila a (mg.m⁻³) en el ciclo diario estival analizado en la laguna La Arocena.

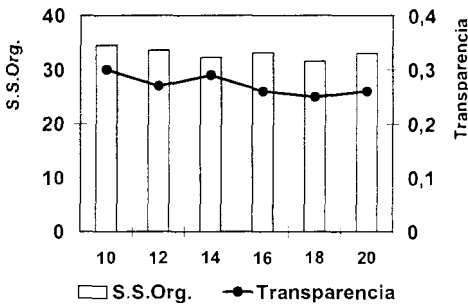


Figura 4. Variación de la transparencia del agua (m) y de la concentración de sólidos suspendidos orgánicos (mg.l⁻¹) en el ciclo diario estival analizado en la laguna La Arocena.

En el fitoplancton se verificó la presencia de un total de 39 taxa, con el predominio de clorofíceas seguidas por cianofíceas y bacilariofíceas (Fig. 6).

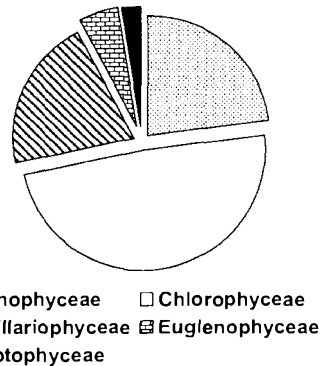


Figura 6. Proporción de las clases de algas registradas en el fitoplancton en el ciclo diario estival analizado en la laguna La Arocena.

La concentración de nutrientes registrada fue muy elevada, en el caso del fósforo total fue de 10 mg.l⁻¹ y 9,37 mg.l⁻¹ en el caso del nitrógeno total. El cálculo de la relación TN:TP, en peso, arrojó un valor de 0,94.

Parámetros biológicos

La concentración de clorofila a (Fig. 5) no registró oscilaciones mayores a lo largo del día y la media calculada fue de 73,16 mg.m⁻³ (± 1,22). Se obtuvo una relación significativa (r = 0,869) entre este parámetro y los

En la comunidad zooplanctónica se registraron 10 taxa (Tabla 1): dos cladóceros, un copépodo y siete rotíferos, con el predominio entre éstos de especies del género *Brachionus*. Con respecto a la abundancia zooplanctónica, el microzooplancton predominó con un valor medio diario de 3.021

ind.l⁻¹, mientras que el macrozooplancton alcanzó menores valores de densidad (373,75 ind.l⁻¹). Se detectó un descenso en la abundancia en las horas de mayor insolación (Fig. 7), tanto en el caso del macro como del microzooplancton, con un patrón similar.

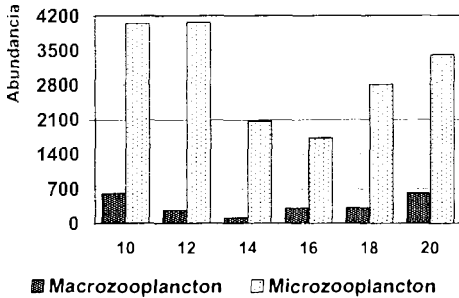


Figura 7. Variación de la abundancia zooplanctónica (ind.l⁻¹) en el sector sub-superficial de la laguna La Arocena en el ciclo diario estival analizado

Se verificó la normalidad de los datos y la homogeneidad de varianzas mediante el test de Levene. ANOVA permitió verificar diferencias significativas en la producción primaria neta a lo largo del día ($F = 4,427$; $p = 0,0084$), ya que en ambos tratamientos ascendió hasta pasado el mediodía, momento a partir del cual descendió (Fig. 8). El test de Bonferroni indicó que los tratamientos de las 18 hs ($p = 0,022$) y las 20 hs ($p = 0,013$) fueron los que difirieron. No se calcularon correlaciones significativas entre la producción primaria neta y variables ambientales tales como transparencia y temperatura del agua o concentración de clorofila *a*.

Aunque en la experiencia efectuada a las 20 horas se registró una producción primaria neta casi tres veces mayor en los tratamientos sin zooplancton $>40 \mu\text{m}$ (Fig. 8), al comparar la totalidad de los resultados, ANOVA no mostró diferencias entre ellos ($F = 4,095$; $p = 0,0553$), a pesar de que la probabilidad calculada fue muy cercana al nivel de significación.

Tabla 1. Especies registradas en el zooplancton.

Cladóceros

Bosmina huaronensis (Delachaux, 1918)

Diaphanosoma birgei (Korinek, 1981)

Copépodos

Microcyclops anceps (Richard, 1897)

Rotíferos

Brachionus havannaensis (Rousselet, 1913)

B. plicatilis (Müller, 1786)

Brachionus sp.

Keratella cochlearis (Gosse, 1851)

Hexarthra sp.

Trichocerca sp.

Lecane sp.

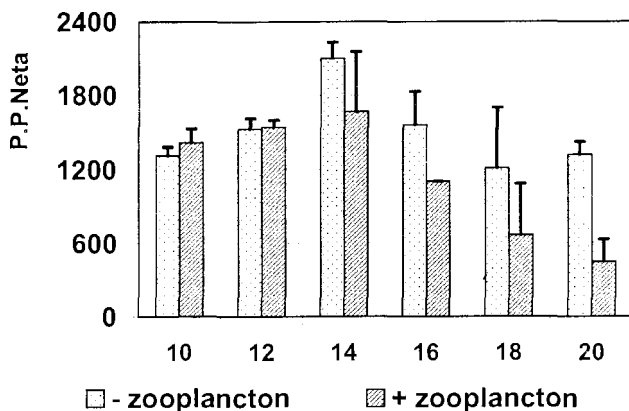


Figura 8. Variación de la producción primaria neta ($\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$) en los dos tratamientos realizados. La barra indica el desvío estándar.

DISCUSIÓN

Si bien los datos provienen de una única ocasión de muestreo, la reducida salinidad de la laguna La Arocena ($0,18 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$), permite clasificarla como una laguna de agua dulce (Hammer, 1986). Esta situación, poco común en la provincia de La Pampa, es similar a la de la laguna Don Tomás, aledaña a la ciudad de Santa Rosa, que comparte con La Arocena la alimentación dada especialmente por los desagües pluviales (Echaniz *et al.*, 2008). Teniendo en cuenta que está ubicada dentro de la llanura pampeana, cercana a su límite occidental, su permanencia, la reducida salinidad y la dominancia de bicarbonatos entre los aniones y el sodio entre los cationes, puede ser considerada como una típica laguna pampeana (Torremorell *et al.*, 2007) en el sentido regional del término, aunque se diferencia de la mayor parte de los lagos someros de la provincia de La Pampa, que son temporales, de salinidad mayor y altamente variable y predominio de cloruro de sodio (Echaniz *et al.*, 2005 y 2006.; Vignatti *et al.*, 2007).

Considerando la reducida transparencia del agua, la elevada cantidad

de sólidos suspendidos orgánicos determinados en esta ocasión y el elevado coeficiente de correlación calculado entre éstos y la concentración de clorofila *a*, La Arocena puede ser considerada como turbia a causa del fitoplancton (Quirós *et al.*, 2002, Torremorell *et al.*, 2007; Allende *et al.*, 2009), situación que comparte con lagunas de la región pampeana, en la provincia de Buenos Aires, tales como Chascomús, Vitel y Adela (Torremorell *et al.*, 2007).

La elevada concentración de nutrientes registrada en esta laguna en esta ocasión, es un rasgo que comparte con otras lagunas de la provincia (Echaniz *et al.*, 2008) pero que la diferencia de las lagunas pampásicas típicas de la provincia de Buenos Aires, ya que la concentración de fósforo total de La Arocena fue 25 veces mayor que la registrada en Vitel, en Chascomús y en Adela (Torremorell *et al.*, 2007) o casi 10 veces superior a los máximos valores hallados por Quirós *et al.* (2002) en 23 lagunas turbias orgánicas de la región pampeana. En el caso del nitrógeno total, la concentración fue sólo 10 veces superior a la estimada en las lagunas Vitel, Chascomús y Adela (Torremorell *et al.*,

2007) pero considerablemente más baja que los máximos valores encontrados por Quirós *et al.* (2002). El cálculo de la relación entre TN:TP, que apenas alcanzó a 0,94, permite suponer una fuerte limitación por nitrógeno para el crecimiento algal, situación compartida por las tres lagunas bonaerenses estudiadas por Torremorell *et al.* (2007).

La concentración de clorofila *a* registrada en La Arocena ($73,16 \mu\text{g.l}^{-1}$) fue inferior a la registrada durante el mismo mes en Don Tomás (Echaniz *et al.*, 2008), con características similares a La Arocena, ya que es alimentada por desagües pluviales provenientes de la ciudad de Santa Rosa. Este valor queda incluido en el rango dado por Quirós *et al.* (2002) para lagunas turbias orgánicas de la provincia de Buenos Aires, y es similar al registrado en las lagunas Vitel y Lacombe (Allende *et al.*, 2009).

Los elevados valores de pH medidos fueron relativamente similares a los verificados en otras lagunas de la provincia. La variación de este parámetro a lo largo del día fue similar a la del lago Santa Olalla (López-Archilla *et al.*, 2004) vinculada a la acción fotosintetizadora de las algas (Cole, 1988; López-Archilla *et al.*, 2004). Este aumento de pH como consecuencia de una alta producción primaria es especialmente notable en los sistemas hipereutróficos (López-Archilla *et al.*, 2004) tales como la laguna La Arocena.

La asociación zooplanctónica registrada en La Arocena en ese momento, fue la típica de lagos someros de La Pampa de salinidad reducida (Vignatti *et al.*, 2007; Echaniz *et al.*, 2008), representada por los cladóceros *Bosmina huaronensis* y *Diaphanosoma birgei* y el ciclopoideo *Microcyclops anceps*, todas especies de talla relativamente reducida. Esta composición es común en ambientes que presentan en su fauna íctica alguna especie depredadora de la comunidad zooplanctónica como el pejerrey (Grosman y Sanzano, 2003). La variación diaria de

la abundancia del zooplancton mostró una disminución desde la mañana y un aumento hacia la tarde, lo que es un patrón observado repetidamente en lagos profundos y más recientemente en lagos someros y tendría sus causas en el descenso del zooplancton a estratos más profundos a efectos de evitar la detección por parte de depredadores (De Meester *et al.*, 1999; Weigand y Escalante, 2008).

En La Arocena se verificó producción primaria neta positiva a lo largo de todo el día, ya que a las 10 horas se registró un valor relativamente elevado de fijación de carbono que aumentó hasta un máximo a las 14 horas, a partir de la cual disminuyó, a pesar de que las concentraciones de clorofila *a* registradas a lo largo del día fueron relativamente constantes. La disminución de la tasa de producción primaria apenas pasado el mediodía, podría deberse al fenómeno de fotoinhibición, que se produce durante períodos en que la intensidad de la luz es demasiado elevada (Reigosa *et al.*, 2003). Considerando el predominio de la producción primaria sobre la respiración, La Arocena es una laguna en la que predomina la autotrofia (Ramírez-R y Alcaraz, 2002).

La cantidad de carbono fijado por hora en La Arocena fue similar a los máximos registrados en lagos de similar localización latitudinal, como el lago sudafricano Zeekoe (Kalf, 2002). La proporción de producción primaria neta frente a la producción bruta determinada en febrero en La Arocena fue más elevada que en otros ambientes, ya que alcanzó el 92% mientras que en el lago Tana (Etiopía), la producción primaria neta representó el 35% (Wondie *et al.*, 2007) y en los lagos salinos ubicados en el valle del Rift keniano el 70, 65 y 55% respectivamente de la producción primaria bruta (Oduor y Schagerl, 2007).

El cálculo de la producción máxima por unidad de clorofila *a* fue $25,9 \text{ mg C. mg Chl } a^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, muy superior a los valores registrados por Allende *et al.* (2009) en lagos turbios

orgánicos de la provincia de Buenos Aires. La producción máxima en el caso de la laguna Vitel, que tuvo una concentración de clorofila *a* similar a La Arocena, fue de 5,19 mg C.mg Chl $\alpha^{-1} \cdot h^{-1}$ mientras que en Chascomús, con casi el doble de clorofila *a* fue de 13,84 mg C.mg Chl $\alpha^{-1} \cdot h^{-1}$. En el estudio sobre los patrones anuales de producción primaria realizado en la misma laguna, Torremorell *et al.* (2009) registraron una producción máxima de 27,5 mg C. mg Chl $\alpha^{-1} \cdot h^{-1}$ a fines de marzo de 2006, valor relativamente similar al registrado en La Arocena en febrero de 2008, aunque debe considerarse que estas conclusiones se refieren a un contexto limitado, dado que provienen de información colectada en una única ocasión.

Considerando los resultados de las experiencias realizadas, puede concluirse que la influencia del zooplancton en la producción primaria neta de La Arocena fue relativamente baja, ya que no se encontraron diferencias entre los tratamientos con o sin zooplancton $>40 \mu\text{m}$, aunque en los experimentos llevados a cabo a las 18 y 20 horas, en los tratamientos en los que se excluyó el zooplancton $>40 \mu\text{m}$, se registró una producción primaria neta más elevada. Dado que la abundancia zooplanctónica que se verificó a esa hora fue casi la misma que se registró antes de comenzar el movimiento descendente, a las 10 horas, una posible explicación podría ser que debido a su descenso hacia niveles más profundos, durante las horas de permanencia en zonas con menor oferta de fitoplancton, la tasa de alimentación del zooplancton herbívoro habría sido reducida, debiendo ser compensada al volver a niveles más superficiales. Teniendo en cuenta que no se contempló la cuantificación de la clorofila *a* presente en las botellas al finalizar las experiencias, esta es una hipótesis que debería ser probada mediante el diseño y la realización de otros experimentos, que inclu-

yan nuevos objetivos y determinaciones estacionales.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNLPam, por el aporte financiero. A los Dres. Susana Boeris, Gladys Scoles y José Camiña por su asesoramiento en las determinaciones químicas y por facilitar el acceso al equipamiento. A los revisores anónimos que con su trabajo mejoraron sustancialmente esta contribución.

BIBLIOGRAFÍA

- Allende, L., G. Tell, H. Zagarese, A. Torremorell, G. Pérez, J. Bustingorry, R. Escaray e I. Izaguirre.** 2009. Phytoplankton and primary production in clear-vegetated, inorganic-turbid, and algal-turbid shallow lakes from the pampa plain (Argentina). *Hydrobiologia*, 624: 45-60.
- APHA.** 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th edition. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) and Water Pollution Control Federation (WPCF), Washington, DC.
- APHA,** 1999. 2540 Solids. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. <http://www.umass.edu/tei/mwwp/acrobat/sm2540Dsuspendedsolid.s.PDF>
- Arar, E. J.** 1997. In vitro determination of chlorophylls *a*, *b*, *c* + *c* and pheopigments in marine and freshwater algae by visible spectrophotometry. Method 446.0. U.S. Environmental Protection Agency. <http://www.epa.gov/glnpo/lmmb/methods/methd446.0.pdf>
- Cole, G.** 1988. Manual de limnología. Ed. Hemisferio Sur, Bs. As. 405 pp.

- Conzonno, V.** 1995. Producción primaria del fitoplancton. pp. 113 - 119. En: Lopretto E. y G. Tell (eds.). Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio. Ediciones Sur, La Plata.
- De Meester, L., P. Dawidowicz, E. van Gool y C. Loose.** 1999. Ecology and evolution of predator-induced behaviour of zooplankton: Depth selection behaviour and diel vertical migration. En: Tollrian, R. y D. Harvell (Eds.). The ecology and evolution of inducible defenses. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 388 pp.
- Echaniz, S. y A. Vignatti.** 2001. Composición y variación anual de la taxocenosis de cladóceros (Crustacea: Anomopoda y Ctenopoda) planctónicos y química del agua de la laguna Don Tomás (La Pampa, Argentina). Revista de la Facultad de Agronomía, UNLPam, 12 (2): 23-35.
- Echaniz, S. y A. Vignatti.** 2002. Variación anual de la taxocenosis de cladóceros planctónicos (Crustacea: Branchiopoda) de una laguna de elevada salinidad (La Pampa, Argentina). Neotrópica, 48: 11-17.
- Echaniz, S., A. Vignatti y P. Bunino.** 2008. El zooplancton de un lago somero hipereutrófico de la región central de Argentina. Cambios después de una década. Biota Neotrópica, 8(4): 63-71.
- Echaniz, S., A. Vignatti, S. José de Paggi y J. Paggi.** 2005. Riqueza y composición del zooplancton de lagunas saladas de la región pampeana argentina. Revista FABICIB, 9: 25-39.
- Echaniz, S., A. Vignatti, S. José de Paggi, J. Paggi y A. Pilati.** 2006. Zooplankton seasonal abundance of South American saline shallow lakes. International Review of Hydrobiology, (91): 86-100.
- EPA.** 1993. ESS Method 340.2: total suspended solids, mass balance (dried at 103- 105°C) volatile suspended solids (ignited at 550°C). Environmental Protection Agency (EPA).
<http://www.epa.gov/glnpo/lmmb/methods/methd340.pdf>.
- Gilbert, V., O. Del Ponti, M. Wrede, S. Tiranti e I. Doma.** 1996. Ictiofauna y ambientes acuáticos en la provincia de La Pampa. Actas de las VI Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales, Santa Rosa: 123-131.
- Grosman, F. y P. Sanzano.** 2003. ¿El pejerrey puede causar cambios estructurales en un ecosistema? Biología Acuática, 20:37-44.
- Hammer, U. T.** 1986. Saline lake ecosystems of the world. Monographiae Biologicae 59. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, 616 pp.
- Izaguirre, I. y V. Conzonno.** 1995. Medición de la productividad primaria fitoplanctónica. Pp. 259-262. En: Lopretto E. y G. Tell (eds.) Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio. Ediciones Sur, La Plata.
- Kalff, J.** 2002. Limnology. Inland Water System. Prentice Hall. 592 pp.
- López-Archilla, A., D. Moreira, P. López-García y C. Guerrero.** 2004. Phytoplankton diversity and cyanobacterial dominance in a hypereutrophic shallow lake with biologically produced alkaline pH. Extremophiles, 8:109-115.
- Oduor, S. y M. Schagerl.** 2007. Phytoplankton primary productivity characteristics in response to photosynthetically active radiation in three Kenyan Rift Valley saline - alkaline lakes. Journal of Plankton Research, 29(12):1041-1050.
- Pilati, A.** 1997. Copépodos calanoides de la provincia de La Pampa. Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam, 9 (2): 57-67.
- Pilati, A.** 1999. Copépodos ciclopoideos en la provincia de La Pampa (Argentina). Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam, 10 (1): 29-44.
- Quirós, R., A. Rennella, M. Boveri, J. Rosso, y A. Sosnovsky.** 2002. Factores que afectan la estructura y el funcionamiento de las lagunas

- pampeanas. *Ecología Austral*, 12: 175-185.
- Ramírez-R, J. y H. Alcaraz.** 2002. Dinámica de la producción primaria fitoplanctónica en un sistema eutrófico tropical: laguna del Parque Norte, Medellín, Colombia. *Caldasia*, 24(2): 411-423.
- Reigosa, M., P. Nuria y A. Sánchez.** 2003. La ecofisiología vegetal. Ed. Paraninfo, Madrid. 1216 pp.
- Rodríguez, J.** 1999. *Ecología*. Ed. Pirámide, Madrid. 411 págs.
- Torremorell, A., J. Bustingorry, 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.
- Torremorell, A., M. Llamas, G. Pérez, R. Escaray, J. Bustingorry y H. Zagarese.** 2009. Annual patterns of phytoplankton density and primary production in a large, shallow lake: the central role of light. *Freshwater Biology*, 54: 437-449.
- Vignatti, A. y S. Echaniz.** 1999. Presencia de *Daphnia* (*Ctenodaphnia*) *menucoensis* Paggi, 1996 en la provincia de La Pampa (Argentina). *Revista de la Facultad de Agronomía Universidad Nacional de La Pampa*, 10 (1): 21-27.
- Vignatti, A., S. Echaniz y M. Martín.** 2007. El zooplancton de tres lagos someros de diferente salinidad y estado trófico en la región semiárida pampeana (Argentina). *Gayana*, 71 (1): 34-48.
- Weigand, P. y A. Escalante.** 2008. ¿Existen migraciones verticales en el zooplancton de la laguna de Los Padres? *Biología Acuática*, 24: 165-172.
- Wondie, A., S. Mengistu, J. Vijverberg y E. Dejen.** 2007. Seasonal variation in primary production of a large high altitude tropical lake (Lake Tana, Ethiopia): effects of nutrient availability and water transparency. *Aquatic Ecology*, 41: 195-207.
- Zar, J. H.** 1996. *Biostatistical analysis*. 3° Ed. Prentice Hall, New Jersey. 988 págs.