

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LAGUNAS PAMPEANAS DEL OESTE BONAERENSE MEDIANTE ÍNDICES DE ESTADO TRÓFICO Y CONTENIDO DE NUTRIENTES

Carol E.^{1,2}, Acosta R.^{1,2}, Santucci L.^{1,2}, Di Lello C.^{1,2}, Cellone F.^{2,3}

- 1. Centro de Investigaciones Geológicas (CIG-UNLP-CONICET), Diag. 113 y 64, B1900 La Plata, Provincia de Buenos Aires,
 - 2. Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP), 60 y 122, B1904 La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina.
 - 3. Centro de Investigaciones Medioambientales (CIM-UNLP-CONICET), Blvd. 120 1489, B1904 La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina.
- eleocarol@fcnym.unlp.edu.ar

Introducción

La eutrofización es uno de los problemas ambientales más desafiantes que enfrentan los cuerpos de agua superficial en la actualidad (Smith y Schindler, 2009). La eutrofización es un proceso ecológico en el que un cuerpo de agua se enriquece cada vez más con nutrientes esenciales de las plantas acuáticas (Rast y Thornton, 1996), lo que resulta en un aumento de la productividad primaria, es decir, la tasa de fotosíntesis del ecosistema acuático (Bhagwati y Ahamad, 2019). Es aceptado, generalmente, que el aporte excesivo de nutrientes, principalmente nitrógeno (N) y fósforo (P), es el factor clave que acelera el proceso de eutrofización en los ecosistemas acuáticos (Vollenweider, 1976).

La Región Pampeana bonaerense se caracteriza por la presencia de numerosas lagunas asociadas a cubetas de deflación, las cuales alojan cuerpos de agua someros de forma circular a subcircular (Seitz, 2018). Estos cuerpos reciben tanto los excedentes hídricos procedentes del escurrimiento superficial como la descarga de agua subterránea. Localmente constituyen ecosistemas lacustres dentro de un ambiente predominantemente agrícola. El objetivo del trabajo fue evaluar la calidad ambiental del agua superficial en lagunas localizadas en el suroeste bonaerense (Fig. 1), a partir del análisis de índices de estado trófico y del contenido de nutrientes, complementado con observaciones realizadas en campo en relación a la presencia o ausencia de vegetación indicadora de condiciones eutróficas.



Figura 1.- Ubicación del área de estudio. Los números indican los sitios de muestreo.

Metodología

En septiembre de 2024 se efectuaron relevamientos de campo en 12 lagunas localizadas en el suroeste de la Región Pampeana en

las adyacencias a la localidad de Darregueira (Fig. 1). En los mismos se describieron las características ambientales de las lagunas en relación a la presencia o ausencia de vegetación indicadora de condiciones eutróficas (Fernández et al., 2018). Asimismo, en cada laguna se midieron *in situ* el pH y la conductividad eléctrica del agua con un equipo de campo y se extrajeron muestras de agua superficial directamente del cuerpo lagunar con botellas de polipropileno las cuales fueron conservadas bajo refrigeración hasta su análisis. En laboratorio se efectuó la determinación de los contenidos de fósforo soluble y fósforo total mediante métodos estandarizados (APHA, 1998). A partir de los valores de fósforo total (PT) se calcularon los índices de eutrofización (conocido como TSI de sus siglas en inglés) mediante la ecuación [1] propuesta por Carlson (1977) definiéndose la condición de eutrofización en base al valor de este (Tabla 1).

$$TSI_{PT} = 14,42 \ln(PT) + 4,15 \quad [1]$$

Tabla 1. Escala de valores del estado trófico en función del TSI.

Estado de eutrofia	TSI
Oligotrófico	TSI < 30
Mesotrófico	30 < TSI < 60
Eutrófico	60 < TSI < 90
Hipertrófico	TSI > 90

Resultados y Discusión

Todas las lagunas relevadas corresponden a cuerpos lagunares someros en donde la lámina de agua rara vez supera los 0,50 cm de profundidad. En algunos de ellos pudo observarse la presencia de algas en los bordes (Fig. 2a y b), en otros se desarrollan plantas acuáticas tales como *Lemna sp.*, *Azolla sp.* y *Thypha sp.* (Fig. 2c y d), mientras que, en algunos otros, el sustrato limoso en los bordes estaba descubierto o sobre el mismo se desarrollaba *Schoenoplectus sp.*

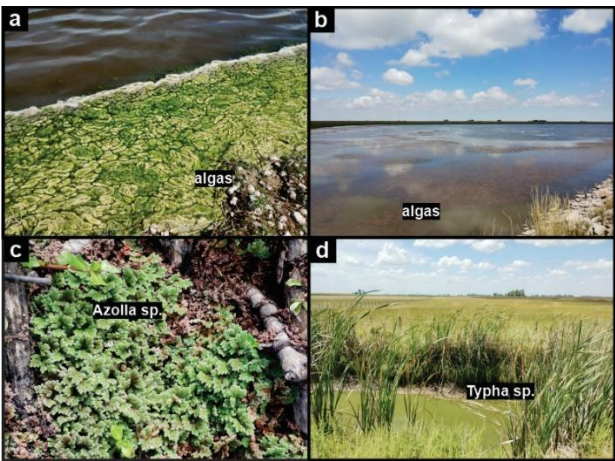


Figura 2.- (a) y (b) Fotografía mostrando presencia de algas en los bordes y cuerpo de las lagunas; (c) fotografía mostrando la presencia de *Azolla sp.* y (d) de *Thypha sp.*

La conductividad eléctrica del agua varió entre 1,13 y 13,38 mS/cm (media de 4,85 ±3,7), lo que indica condiciones dulces y salobres, siendo sólo dos de las lagunas estudiadas salobres a salinas. Por su parte, el pH fue mayormente de tipo alcalino registrándose valores medios de 9,43. En relación al contenido de nutrientes, los resultados mostraron variaciones entre los distintos cuerpos lagunares, los cuales presentaron concentraciones de fósforo soluble entre 0,089 y 0,956 mg/L de

P-PO₄³⁻ y de fósforo total entre 0,251 y 1,856 mg/L de P-PO₄³⁻. Los valores de TSI estimados a partir de los contenidos de fósforo total mostraron que 3 lagunas presentaron condiciones eutróficas (TSI entre 83 y 88) y 9 lagunas fueron hipertróficas (TSI entre 90 y 112). Estos valores, sumado a la presencia de plantas flotantes (Fig. 2c y d), indicadoras de aguas eutrofizadas, tales como *Lemna sp.*, *Azolla sp.* y *Thypha sp.*, (Fernández et al., 2018), evidencian que la eutrofización es un proceso dominante en la mayoría de las lagunas estudiadas.

En general, el fenómeno de eutrofización de lagunas se puede clasificar en dos categorías: natural y cultural. El proceso de eutrofización natural ocurre muy lentamente en el tiempo geológico, pero puede ser acelerado considerablemente por actividades antropogénicas, lo que generalmente se conoce como eutrofización antropogénica o cultural (Khan y Ansari, 2005). Dado que las lagunas estudiadas presentan amplias zonas de cultivos adyacentes a sus márgenes, es de esperar que los aportes de fósforo provengan en parte de la actividad agrícola, ingresando al cuerpo lagunar tanto por escurrimiento superficial y/o lavado de suelos, así como también en forma soluble a partir de la descarga de agua subterránea. Cabe aclarar que las lagunas pampeanas presentan frecuentemente un carácter eutrófico, que puede interpretarse como consecuencia de la influencia regional durante más de 100 años de la actividad agropecuaria (Gabellone et al., 2000).

Conclusiones

Las lagunas pampeanas del suroeste bonaerense constituyen cuerpos someros con aguas salinas a salobres principalmente y de pH alcalinos. Los contenidos de fósforo en el agua superficial determinan que las mismas presenten características eutróficas a hipertróficas. Esta condición de eutrofización no sólo se refleja en el contenido de nutrientes, sino también en la presencia de algas y vegetación que se desarrollan en los bordes de las lagunas. Asimismo, la reducida dimensión y escasa profundidad de estos cuerpos lagunares sería otro factor favorable para el desarrollo de condiciones eutróficas a hipertróficas frente a aportes externos de nutrientes. Estos resultados no estarían evidenciando una problemática local, sino que más bien, reflejan la condición ambiental de eutrofización que afecta a toda la región, posiblemente debido a la actividad agropecuaria extensiva que se realiza desde hace más de un siglo en la Región Pampeana.

Agradecimientos

Se agradece al proyecto CFI "Construcción de insumos hidrogeomorfológicos para el inventario de humedales Nivel 3, en la Provincia de Buenos Aires – Etapa II – Buenos Aires", el cual facilitó parte de los datos utilizados en este trabajo.

Referencias

- APHA (American Public Health Association), (1998). Standard methods for the examination of water and wastewater. *American Public Health Association*.
- Bhagowati, B., Ahamad, K. U. (2019). A review on lake eutrophication dynamics and recent developments in lake modeling. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 19(1), 155-166.
- Carlson, R. E. (1977). A trophic state index for lakes 1. *Limnology and oceanography*, 22(2), 361-369.
- Fernández, C., Jocu, A. I., Gandullo, R. (2018). Vegetación acuática bioindicadora de eutrofización del Alto Valle de Río Negro (Argentina). *ERNSTIA* 28 (1) 2018: 45-93.

Gabellone, N. A., Solari, L. C., Claps, M. C., Mac Donagh, M. E., Ardohain, D. M., Benitez, H. H., Ruiz, G. C. (2000). Estado trófico de la laguna San Miguel del Monte (Pdo de San Miguel del Monte, Buenos Aires). *Diversidad y Ambiente* 1, 29 – 34.

Khan, F., Ansari, A.A. (2005). Eutrophication: an ecological vision. *Bot. Rev.* 71 (4), 449–482.

Rast, 1125 W., Thornton, J.A., (1996). Trends in eutrophication research and control. *Hydrol. Process.* 10, 295–313.

Seitz, C. (2018). Evolución geológica, geomorfológica y limnológica de lagunas pampeanas en el suroeste bonaerense. Tesis Doctoral UNS.

Smith, V, Schindler, D (2009). Eutrophication science: where do we go from here? *Trends Ecol. Evol.* 24, 201–207.

Vollenweider, R. (1976). Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.* 33, 53–83.