

# NUTRIENTES Y MATERIA ORGÁNICA DISUELTA CROMOFÓRICA EN LAGUNAS ALUVIALES AISLADAS SUJETAS A USO GANADERO

**Juan José Ferrato.**

*Instituto Nacional de Limnología (INALI, UNL-CONICET), Ciudad Universitaria, Paraje El Pozo, CP 3000, Santa Fe*

Área: Ciencias Naturales.

Sub Área: Ciencias de la Tierra y el Espacio.

## INTRODUCCIÓN

Los humedales proporcionan múltiples servicios ecosistémicos, tales como la recepción y remoción del exceso de nutrientes, regulación del régimen de agua, entre otros (Cooper y Findlater, 1990; Reddy y col., 1999). Dado que se encuentran entre los ecosistemas más amenazados por las acciones antrópicas en el mundo (Tockner y Stanford, 2002), es necesario desarrollar estrategias de manejo para el mantenimiento de sus características ecológicas, dentro del contexto de un desarrollo sustentable (Ward y col., 1999; Borin y Malagoli, 2015).

El ganado vacuno ingresa a los cuerpos de agua para pastorear macrófitas acuáticas modificando la cobertura vegetal, resuspendiendo sedimentos e incorporando nutrientes y materia orgánica por medio de la orina y heces (Sigua y col., 2006; Schwarte, 2010). Asimismo, el aumento del nivel del agua y la infiltración subsuperficial generan el ingreso del estiércol presente en la zona riparia al ambiente acuático. El efecto de esta actividad sobre las condiciones físicas y químicas del ambiente acuático es escasamente conocido (Rossi, 2013; Quintana, 2014).

En Argentina, desde fines del siglo XX, la expansión de la agricultura obligó el traslado del ganado hacia sitios considerados marginales para la producción de granos, como son los humedales de la llanura de inundación del río Paraná. Las extensas superficies con buena oferta de forraje para el ganado, tanto en cantidad como en calidad, sumado a la presencia de agua apta para el consumo animal, determinan su alto potencial para la producción de carne (Quintana y col., 2014). En este trabajo se presentan datos preliminares de la calidad química del agua de lagunas aluviales sometidas a uso ganadero.

## OBJETIVOS

### **Objetivo General**

Contribuir al conocimiento del efecto de la actividad ganadera sobre la calidad química del agua en lagunas de la llanura aluvial del río Paraná Medio.

### **Objetivos Específicos**

- Analizar la concentración de nutrientes y materia orgánica disuelta cromofórica en lagunas aluviales del sistema Paraná Medio sujetas a uso ganadero.
- Determinar el estado trófico de las lagunas.

Proyecto en el que se enmarca la investigación: "Efectos del ganado sobre la integridad ecológica de lagunas de la llanura aluvial del río Paraná Medio", Código: PICT 2012 N° 0906.

Directora del proyecto: Mesa, Leticia.

Directora del autor: Mayora, Gisela.

Co-Director del autor: Giri, Federico.

## METODOLOGÍA

### Sitios de Muestreo y Trabajo de Campo

Se estudiaron tres lagunas aisladas de la llanura aluvial del río Paraná Medio (Laguna 1: 31° 41' 00" S, 60° 31' 24" O; Laguna 2: 31° 40' 94" S, 60° 30' 62" O y Laguna 3: 31° 40' 46" S, 60° 30' 33" O), sujetas a uso ganadero. Se tomaron muestras de agua subsuperficial por triplicado en una fase de aguas bajas tempranas, aproximadamente 2 semanas luego de la desconexión de las lagunas del sistema lótico. Las muestras fueron inmediatamente refrigeradas para su traslado al laboratorio. *In situ* se midieron las siguientes variables: profundidad (sondaleza), transparencia (con disco de Secchi), temperatura (termómetro estándar), oxígeno disuelto, pH y conductividad (con multiparámetro Horiba).

### Trabajo de Laboratorio

Las muestras de agua fueron filtradas a través de filtros de membrana (tamaño de poro: 1,2 µm) para la determinación de componentes disueltos. El amonio ( $\text{N-NH}_4^+$ ) fue determinado por medio del método azul de indofenol (Koroleff, 1970); nitrato + nitrito ( $\text{N-NO}_3^- + \text{N-NO}_2^-$ ) por reducción de  $\text{N-NO}_3^-$  con sulfato de hidracina y subsecuente determinación colorimétrica de  $\text{N-NO}_2^-$  (Hilton y Rigg, 1983); fósforo reactivo soluble (PRS) por medio del método del ácido ascórbico (Murphy y Riley, 1962). La materia orgánica disuelta cromofórica (MODC) se evaluó ópticamente usando un espectrofotómetro UV-Visible HACH DR5000. Las absorbancias a 250, 300, 365 y 400 nm fueron medidas utilizando una cubeta de cuarzo con un camino óptico de 1 cm. Además, se midió el color del agua ( $\text{mg L}^{-1}$  de platino cobalto (Pt-Co)) como una medida de concentración de MODC.

### Análisis de datos

La concentración de nitrógeno inorgánico disuelto (NID) se estimó como la suma  $\text{N-NH}_4^+ + \text{N-NO}_3^- + \text{N-NO}_2^-$ . Se calcularon los cociente NID/PRS y  $(\text{N-NO}_3^- + \text{N-NO}_2^-) / \text{N-NH}_4^+$  ya que son útiles para evaluar el estado trófico de las lagunas. Se calculó el cociente entre las absorbancias a 300 y 400 nm ( $E_3/E_4$ ), el cual es inversamente proporcional al grado de humificación de la MODC (Artinger et al., 2000; Chen et al., 2002). Además, se calculó el cociente entre las absorbancias a 250 y 365 nm ( $E_2/E_3$ ), a partir del cual se estimó el porcentaje de carbono aromático de la MODC ( $\%C_{\text{aro}}$ ) mediante la fórmula propuesta por Peuravuori y Pihlaja (1997):  $\%C_{\text{aro}} = 52,509 - (6,78 * E_2/E_3)$ . Se compararon los datos de nutrientes y MODC con valores previos obtenidos en estas lagunas (Mesa et al. 2015), con valores de otras lagunas del sistema Paraná Medio y con valores correspondientes a índices de eutrofización (..).

## RESULTADOS

Los menores valores de  $\text{N-NH}_4^+$  fueron observados en la laguna 1, mientras que los menores valores de  $\text{N-NO}_3^- + \text{N-NO}_2^-$  fueron observados en la laguna 3. La laguna 2, por otra parte, presentó los menores valores de color y PRS, y los mayores valores de  $\text{N-NO}_3^- + \text{N-NO}_2^-$ ,  $\text{N-NH}_4^+$  y cociente NID/PRS (Tabla 1). Si bien ambas formas de NID fueron mayores en la laguna 2 que en los demás ambientes estudiados, la concentración de  $\text{N-NH}_4^+$  experimentó un mayor aumento que la de  $\text{N-NO}_3^- + \text{N-NO}_2^-$  conduciendo a menores valores del cociente  $(\text{N-NO}_3^- + \text{N-NO}_2^-) / \text{N-NH}_4^+$  en esta laguna.

En las 3 lagunas las concentraciones de PRS correspondieron a ambientes mesotróficos (Marsden et al., 1997). Sin embargo, la concentración de  $\text{N-NH}_4^+$  sólo

Proyecto en el que se enmarca la investigación: "Efectos del ganado sobre la integridad ecológica de lagunas de la llanura aluvial del río Paraná Medio", Código: PICT 2012 N° 0906.

Directora del proyecto: Mesa, Leticia.

Directora del autor: Mayora, Gisela.

Co-Director del autor: Giri, Federico.

correspondió a esta categoría en las lagunas 2 y 3, siendo la laguna 1 oligotrófica de acuerdo a la concentración de dicho nutriente (Quirós, 2003). Asimismo, con respecto a la concentración de  $\text{N-NO}_3^- + \text{N-NO}_2^-$  las 3 lagunas podrían ser consideradas como oligotróficas (Quirós, op. cit.). Por otra parte, el cociente  $(\text{N-NO}_3^- + \text{N-NO}_2^-) / \text{N-NH}_4^+$  correspondió a esta categoría sólo en la laguna 1, mientras que en las lagunas 2 y 3 correspondió a ambientes eutróficos (Quirós, op. cit.). En cuanto a la concentración de MODC (evaluada mediante el color del agua) las lagunas pueden ser consideradas húmicas.

Tabla 1. Valores promedios y, entre paréntesis, desvíos estándar de las variables limnológicas medidas en las lagunas muestreadas.  $\text{N-NH}_4^+$ : amonio,  $\text{N-NO}_3^- + \text{N-NO}_2^-$ : nitrato + nitrito, PRS: fósforo reactivo soluble, E3/E4: cociente entre las absorbancias del agua filtrada a 300 y 400 nm inversamente asociado al grado de humificación de la materia orgánica disuelta cromofórica (MODC), %C<sub>aro</sub>: porcentaje de C aromático de la MODC.

	Laguna 1	Laguna 2	Laguna 3
$\text{N-NH}_4^+$ ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	22 (14)	180 (28)	65 (39)
$\text{N-NO}_3^- + \text{N-NO}_2^-$ ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	61 (0)	124 (19)	47 (9)
PRS ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	94 (1)	78 (21)	88 (2)
NID/PRS	0,88 (0,14)	3,97 (0,48)	1,28 (0,42)
$(\text{N-NO}_3^- + \text{N-NO}_2^-) / \text{N-NH}_4^+$	3,34 (2,05)	0,69 (0,00)	0,92 (0,55)
Color ( $\text{mg L}^{-1}$ de Pt-Co)	81 (2)	77 (11)	80 (4)
E3/E4	4,25 (0,02)	4,77 (0,14)	4,25 (0,19)
%C <sub>aro</sub>	24,7 (0,0)	21,8 (1,3)	22,6 (1,1)
pH	8,4	7,3	6,8
Conductividad ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )	87	162,6	105,6
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	16,7	17,1	17,5
$\text{O}_2$ disuelto ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	6,02	6,68	6,83
Profundidad (cm)	50	30	60

## CONCLUSIÓN

Las concentraciones de todos los nutrientes determinados en la Laguna 1 fueron menores en comparación con datos previos de esta laguna obtenidos en el mismo mes de muestreo con presencia de ganado (Año 2012, Mesa et al., 2015). Las diferencias entre ambos períodos podría deberse a la reciente inundación, la cual podría tener un efecto de “reseteo” disminuyendo la concentración de nutrientes por dilución y exportación de los mismos hacia ambientes conectados.

Asimismo, los valores hallados de nutrientes y MODC, se encuentran dentro del rango de valores registrados en trabajos previos realizados en humedales de la llanura aluvial del río Paraná, como lo son los trabajos de Pedrozo et al. 1992; Bonetto et al. 1994; Villar et al. 1998; Unrein 2002; Maine et al. 2004; Devercelliet al. 2015.

En ambientes con alta concentración de materia orgánica, la nitrificación disminuye marcadamente (Quirós, 2003). Esto es consistente con el mayor valor  $\text{N-NO}_3^- + \text{N-NO}_2^-$  observado en la laguna 2 con menor concentración de MODC. Asimismo, el aumento de la concentración de MODC puede favorecer el mantenimiento de  $\text{PO}_4^{3-}$  en solución, dado que las sustancias húmicas que componen la mayor parte de la MODC son capaces de formar complejos solubles con  $\text{PO}_4^{3-}$  (Nürnberg y Shaw 1999; Webster et al. 2008). La menor concentración de PRS en la laguna 2 podría estar relacionada con su menor concentración de MODC. Debido a que la MODC puede incrementar la concentración de PRS y disminuir la de  $\text{N-NO}_3^- + \text{N-NO}_2^-$ , los cambios en la

Proyecto en el que se enmarca la investigación: “Efectos del ganado sobre la integridad ecológica de lagunas de la llanura aluvial del río Paraná Medio”, Código: PICT 2012 N° 0906.

Directora del proyecto: Mesa, Leticia.

Directora del autor: Mayora, Gisela.

Co-Director del autor: Giri, Federico.

concentración de MODC podrían conducir a tendencias contrarias en la concentración de ambos nutrientes. Esto podría ocasionar que los ambientes acuáticos puedan ser clasificados en diferentes estados tróficos según el nutriente considerado.

Por último, se necesitan nuevos trabajos relacionados con la dinámica de nutrientes en lagunas aisladas de la llanura aluvial del río Paraná para lograr una adaptación de los índices tróficos disponibles.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Andersen** (1976). An ignition method for determination of total phosphorous in lake sediments. *Water Research* 10: 329–331.

**Apha** (1992). *Standard Methods for the examination of water and wastewater*, 18th edition. American Public Health Association, Washington D.C.

**Cooper, P. F. y Findlater, B. C.** (1990). *Constructed Wetlands in Water Pollution Control*. Pergamon Press, Oxford, UK.

**Hilton, K. y Rigg, E.** (1983). Determination of nitrate in lake water by the adaptation of the hydrazine-copper reduction method for use on a discrete analyser: performance statistics and an instrument-induced difference from segmented flow conditions. *Analyst* 108: 1026–1028.

**Kandus P.; Morandera, N. y Schivo, F.** (2010). *Bienes y Servicios Ecosistémicos de los Humedales del Delta del Paraná*. Buenos aires, Argentina. Fundación Humedales. Wetlands International. 28 pp.

**Koroleff, F.** (1970). Direct determination of ammonia in natural waters as indophenol blue. Information on techniques and methods for seawater analysis. Charlottenlund. Interlaboratory Report No. 3, I.C.E.S.

**Koroleff, F.** (1972). Determination of total nitrogen in natural waters by means of persulphate oxidation. In Carlberg, S. R. (ed), *New Baltic manual with methods for sampling and analyses of physical, chemical and biological parameters*, Charlottenlund, International Council for the Exploration of the Sea: 73-78.

**Maine, M.; Suñe, N. y Bonetto, C.** (2004). Nutrient concentrations in the Middle Paraná River: effect of the floodplain lakes. *Rev. Archiv für Hydrobiologie* 160:85 – 103.

**Mesa, L.; Mayora, G.; Saigo, M. y Giri, F.** (2015). Nutrient Dynamics in Wetlands of the Middle Paraná River Subjected to Rotational Cattle Management. *Rev. Wetlands*. Vol.

**Murphy, J. y Riley J. P.** (1962). A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta* 27: 31–36.

**Nürnberg, G. K. y Shaw, M.** (1999) Productivity of clear and humic lakes: nutrients, phytoplankton, bacteria. *Hydrobiologia* 382:97–112.

**Pedrozo F, Diaz M, Bonetto C** (1992) Nitrogen and phosphorous in the Parana River floodplain waterbodies. *Rev. Archiv für Hydrobiologie* 90: 171–185.

**Quintana, R.; Bó, R.; Astrada, E. y Reeves, C.** (2014). *Lineamientos para una ganadería ambientalmente sustentable en el Delta del Paraná*. Buenos Aires, Argentina. Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales. 116p.

**Quirós, R** (2003). The relationship between nitrate and ammonia concentrations in the pelagic zone of lakes. *Limnetica* 22:37–50.

**Reddy, K. R., O'connor G. A. y Schelske, C. L.** (1999). *Phosphorus Biogeochemistry in Subtropical Ecosystems*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, USA.

**Sigua, G.; Williams, M.; Coleman, S. y Starks, R.** (2006). Nitrogen and Phosphorus Status of Soils and Trophic State of Lakes Associated with Forage-Based Beef Cattle Operations in Florida. *Rev. Journal of Environmental Quality*. Vol. 35. 240-252.

**Steinman, A.; Conklin, J.; Bohlen, p. y Uzarsky, D.** (2003). Influence of cattle grazing and pasture land use on macroinvertebrate communities in freshwater wetlands. *Rev. Wetlands*. Vol. 23. (4): 877-889.

**Tockner, K. y Stanford, J. A.** (2002). Review of: Riverine Flood Plains: Present State and Future Trends. Biological Sciences Faculty Publications. Paper 166.

**Ward, J. V., Tockner, K. y Schiemer, F.** (1999). Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones and connectivity. *Regulated Rivers: Research and Management* 15: 125–139.

**Webster, K. E.; Soranno, P. A.; Cheruvellil, K. S.; Bremigan, M. T.; Downing, J. A.; Vaux, P. D.; Asplund, T. R.; Bacon, L.C. y Connor, J.** (2008) An empirical evaluation of the nutrient-color paradigm for lakes. *Limnology and Oceanography* 53:1137–1148.

Proyecto en el que se enmarca la investigación: "Efectos del ganado sobre la integridad ecológica de lagunas de la llanura aluvial del río Paraná Medio", Código: PICT 2012 N° 0906.

Directora del proyecto: Mesa, Leticia.

Directora del autor: Mayora, Gisela.

Co-Director del autor: Giri, Federico.