



## Aportes de nutrientes provenientes de afluentes al Delta del Paraná

**Jezabel Primost<sup>1</sup>, Leticia Peluso<sup>1</sup>, Carolina Sasal<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones del Medio Ambiente (CIM, CONICET-UNLP), Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, Calle 47 y 115 s/n, 1900, La Plata, Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup> INTA EEA Paraná, Ruta 11, km 12,5, 3101 Oro Verde, Entre Ríos, Argentina  
Email: jezabel.primost@gmail.com

### RESUMEN

El Delta del Paraná representa uno de los macrosistemas de humedales fluviocosteros más importantes de América del sur y del mundo. Este sistema, inmerso en la región pampeana, recibe el aporte de numerosos cursos de agua que atraviesan zonas productivas y urbanizadas que presionan sobre la calidad del agua y su integridad ecológica. En este trabajo se estudió el aporte de nutrientes proveniente de 6 cursos de agua de E. Ríos que aportan al sistema delta (A° Ensenada, A° Nogoyá, A° El Clé, Río Gualeguay, A° Ñancay, A° El Sauce) y se compararon con los niveles correspondientes a 14 sitios pertenecientes al Delta entrerriano. Se realizaron 8 campañas de muestreo durante 3 años. Los resultados muestran que las concentraciones de nutrientes, materia orgánica y sales disueltas provenientes de estos cursos son significativamente mayores que las correspondientes a los sitios del Delta, significando una presión externa que puede impactar al sistema.

Palabras claves: NUTRIENTES - PRESIÓN AMBIENTAL – AFLUENTES.

### Introducción

El Río Paraná drena una extensa superficie que comprende muy diversas regiones climáticas y biogeográficas. Sus últimos 300 kilómetros constituyen el Delta del Paraná, uno de los deltas más grandes del mundo. Es un macrosistema de humedales de entre 20 y 40 km de ancho, ocupada por depósitos aluviales, arroyos, ríos y lagunas que se interconectan según la dinámica fluvial del Río (Neiff y Malvárez, 2004).

El Río Paraná y otros cauces menores son vías de navegación comercial y constituyen el principal suministro de agua para uso doméstico y productivo de toda la región. La mayoría de las actividades industriales, agrícolas y los asentamientos de población están asociados al Río. Esto genera presiones e impactos a nivel de cuenca y de los cursos que la conforman, tal como observan Marino y Ronco (2005), Ronco *et al.* (2011), Peluso *et al.* (2013), Etchegoyen *et al.* (2017), entre otros.

La calidad del agua de muchos ecosistemas del mundo y en particular de los humedales, está siendo fuertemente impactada por actividades antrópicas (Allan, 2004). En especial, el enriquecimiento por nutrientes en

ecosistemas acuáticos provenientes de fuentes difusas o puntuales genera preocupación tanto a nivel mundial como regional (FDEP, 2009; Freeman *et al.*, 2009; Bricker *et al.*, 2007).

Sobre los límites superiores del Delta ingresan tributarios que discurren en sentido Norte-Sur dentro de la provincia de Entre Ríos. Los más importantes son el Río Gualeguay, A° Clé y el A° Nogoyá y otros cursos menores como el A° Sauce, A° Ensenada, A° Ñancay. El Río Gualeguay, el río interior más importante de Entre Ríos, nace en el norte de esta provincia y es un afluente del curso inferior del Río Paraná. El tramo final corresponde al antiguo Delta del Gualeguay. Por su cercanía, el río constituye el medio receptor de efluentes agrícola-ganaderos, industriales y cloacales de muchas de las poblaciones de la provincia. El A° Clé se encuentra dentro de la cuenca del Río Gualeguay y también drena una gran superficie con actividades productivas. El A° Nogoyá es otro curso importante, que desagua en el Delta del Paraná. En su recorrido, el arroyo recibe numerosos afluentes más pequeños, que drenan superficies con distinto tipo de actividades productivas y descargas urbanas del interior de la provincia. Dadas sus

características, estos cursos constituyen una vía de ingreso de materiales hacia el Delta. El objetivo de este trabajo es evaluar el aporte de nutrientes proveniente de cursos de agua de E. Ríos que ingresan al sistema delta, y compararlo con los niveles correspondientes a sitios pertenecientes al propio delta entrerriano.

### Metodología

Se realizaron 8 campañas de muestreo durante 3 años, en la desembocadura o tramo final de 6 afluentes que discurren hacia el Delta (A° Ensenada, A° Nogoyá, A° El Clé, Río Gualeguay, A° Nancay, A°, El Sauce), llevadas a cabo en Agosto-2014, Noviembre-2014, Febrero-2015, Junio-2015, Noviembre-2015, Marzo-2016, Julio-2016 y Diciembre-2016. En todos los sitios y campañas de muestreo se tomaron muestras de agua subsuperficial (20-60 cm de profundidad) por triplicado. Las muestras de los tributarios se tomaron unos kilómetros antes de la desembocadura para evitar la posible toma de agua del río principal en momentos de aguas bajas.

Se midieron parámetros *in situ*, oxígeno disuelto (OD), conductividad (CE) y temperatura (T) utilizando un multiparamétrico (Lutron® WA-2017SD). Además se realizó el análisis de alcalinidad (método 2320), dureza (método 2340-C), sólidos totales (ST), disueltos (STD) y en suspensión (SS), sólidos fijos (STF) y volátiles (STV) (métodos 2540-B, D y E respectivamente), fósforo total (PT) y reactivo soluble (PRS) (método 4500-PC), nitratos, nitritos, amonio (métodos 4500-B y F) y demanda química de oxígeno (DQO) (método 5220-D), siguiendo metodologías estandarizadas (APHA, 2005).

Para evaluar las diferencias espaciales y las tendencias generales, se aplicó un análisis de componentes principales (PCA). Los resultados de parámetros fisicoquímicos y nutrientes se compararon entre los sitios y con resultados obtenidos en sitios del Delta, publicados previamente (Primost *et al.*, 2018), utilizando la prueba de Kruskal-Wallis.

### Resultados

En general, se observaron importantes variaciones espaciales de las características fisicoquímicas entre los afluentes y también con respecto al Delta, para todos los parámetros estudiados.

El ACP (fig. 1) agrupó las variables evaluadas en 2 componentes principales, que representan el 85,8 % de la varianza acumulada.

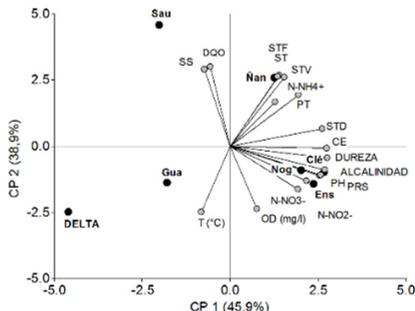


Figura 1. ACP de todas las variables evaluadas, clasificadas según los afluentes al Delta y los sitios Delta.

El primer factor explica el 45.9 % de la varianza total y se correlaciona con todos los nutrientes, las distintas fracciones de sólidos, CE, dureza y alcalinidad, con valores positivos. El segundo factor explica el 38,9 % de la variabilidad y correlaciona positivamente con SS, DQO y negativamente con OD. Gran parte de la variabilidad de los A° Nogoyá, Clé y Ensenada son explicadas por las mismas variables (N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, pH, CE, PRS, Alcalinidad y Dureza), presentando características similares entre ellos. El A° Nancay presenta gran parte de la variabilidad asociada al contenido de Sólidos. El A° el Sauce presenta un alto contenido de SS y DQO, que lo diferencia del resto de los afluentes. Por su parte, el Río Gualeguay presenta, en general, menores niveles de los parámetros estudiados con respecto a los demás afluentes, aunque mayores a los sitios del Delta. El gráfico de estrellas (fig. 2) muestra cualitativamente y proporcionalmente estas diferencias para cada sitio en particular.

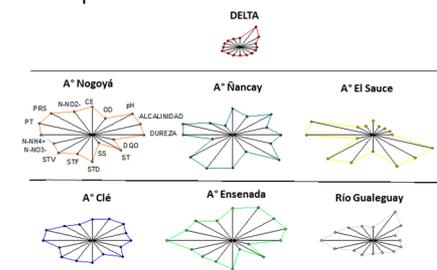
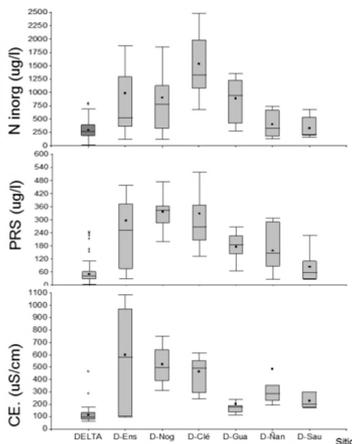


Fig. 2. Gráfico de estrellas para los afluentes y Delta donde se visibilizan cualitativamente las diferencias espaciales entre los afluentes y el Delta.

En general todos los parámetros generales fueron entre 2 y 8 veces mayores en los afluentes que los niveles del propio Delta,

sobre todo respecto a las sales disueltas, medidas indirectamente a través de la CE (**fig. 3**).

En cuanto a los nutrientes, todos los tributarios presentaron mayores niveles con respecto a los sitios Delta. Los niveles de N Inorgánico Disuelto ( $N-NO_2^- + N-NO_3^- + N-NH_4^+$ ) fueron hasta 5 veces mayores en el A° Clé, y 3 veces en los A° Ensenada, Nogoyá y Río Gualeguay, que los sitios Delta (**fig. 3**).



**Figura 3.** Boxplot de niveles de nutrientes y Conductividad de los afluentes con respecto al Delta.

Los afluentes presentaron niveles de  $N-NO_2^-$  cuantificables y significativamente mayores a los sitios Delta. Los mayores niveles se hallaron para los A° Clé y Nogoyá. Si bien son valores bajos, la presencia de nitritos se podría asociar a un impacto de tipo antrópico tanto por el uso industrial, agrícola o por vertidos de aguas residuales domésticas (Pardo y Marañón, 1997). En cuanto al PT y PRS, los tributarios presentaron niveles entre 2 y 5 veces por encima de los del propio Delta. La mayor diferencia de PT se observó en el A° Sauce, coincidente con los mayores niveles de SS. El Río Gualeguay presentó el doble de PT que los sitios Delta. Las diferencias en P soluble se acentúan aún más, con niveles medios de los tributarios hasta 6,5 veces más que los del Delta, particularmente en los A° Clé, A° Ensenada y A° Nogoyá (**fig. 3**).

### Conclusiones

Las concentraciones de nutrientes, materia orgánica y sales disueltas provenientes de zonas urbana-agrícola-ganaderas en el tramo inferior del A° Nogoyá, del Río Gualeguay, A° Clé y otros cursos menores de E. Ríos, son significativamente mayores que las

correspondientes a los sitios del Delta del Río Paraná. Estas descargas, sumadas a las descargas de los numerosos cursos de aguas provenientes de las provincias de Santa Fe y Buenos Aires representan presiones sobre el sistema Delta, que podrían generar un desbalance sobre los flujos de nutrientes y otras características de la calidad del agua.

### Referencias

Allan J.D. 2004. Landscapes and Riverscapes: The Influence of Land Use on Stream Ecosystems, vol 35.

APHA. 2005. Standard methods for the examination of water and waste water, 21st edn. American Public Health Association, Washington, DC.

Bricker S., Longstaff B.W., Dennison A., Jones K., Boicourt C. y Woerner J. 2007. Effects of Nutrient Enrichment in the Nation's Estuaries: a Decade of Change. In: NOAA Coastal Ocean Program Decision Analysis Series No. 26. National Centers for Coastal Ocean Science, Silver Spring, MD.

Etchegoyen M.A., Ronco A.E., Almada P., Abelando M. y Marino D.J. 2017. Occurrence and fate of pesticides in the Argentine stretch of the Paraguay-Paraná basin, vol 189.

FDEP. 2009. Development of Numeric Nutrient Criteria for Florida Lakes and Streams, a Draft Technical Support Document Submitted to EPA. <http://www.dep.state.fl.us/>

Freeman A.M., Lamom III E.C. y Stow C.A. 2009. Nutrient criteria for lakes, ponds, and reservoirs: a Bayesian TREED model approach. Ecological Modeling 220, 630e639

Marino, D. y Ronco, 2005. A. Bull Environ Contam Toxicol. 75: 820. <https://doi.org/10.1007/s00128-005-0824-7>.

Neiff J.J. y Malvárez A.I. 2004. Grandes humedales fluviales en: Malvárez, A.I., Bo, R.F [Comp] Documentos del curso taller "Bases ecológicas para la clasificación e inventario de humedales en Argentina, Buenos Aires 30 de setiembre-4 de octubre de 2002, FCEyN, Ramsar, US, Buenos Aires, pp. 77-87.

Pardo F. y Marañón E. 1997. Contaminación química de las aguas. En: Contaminación e Ingeniería Ambiental. (Ed) FICYT, Oviedo, III. 6, pp 154 – 188.

Peluso L., Abelando M., Apartin C.D., Almada P. y Ronco A.E. 2013. Integrated ecotoxicological assessment of bottom sediments from the Paraná basin, Argentina. Ecotoxicology and Environmental Safety 98:179-186 [doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2013.09.001](http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2013.09.001)

Primost J., Peluso L., Sasal M.C. y Bonetto C. 2018. Calidad de agua y nutrientes en el delta del Paraná: importancia de la interacción con el valle de inundación. Libro de resúmenes del VIII Congreso Argentino de Limnología. Luján, Buenos Aires.

Ronco A., Almada A., Apartin C., Marino D., Abelando M., Bernasconi C., Primost J., Santillán J.M., Amoedo P. y Bulus Rossini G. 2011. Monitoreo ambiental de los principales afluentes de los ríos Paraná y Paraguay. Actas III Congreso Internacional sobre Cambio Climático y Desarrollo Sustentable, Universidad Nacional de La Plata.