

## Análisis comparativo de calidad de agua de tres arroyos del centro de la Provincia de Buenos Aires sujetos a distintas presiones antrópicas

Ignacio MASSON<sup>abd\*</sup>, José GONZALEZ CASTELAIN<sup>ad</sup>, Rosario BARRANQUERO<sup>cef</sup>, Adriana DÍAZ<sup>ef</sup>, Sabrina DUBNY<sup>ac</sup>, Natalia OTHAX<sup>acd</sup>, Bruno DIPARDO<sup>bef</sup>, Valentina ETCHEGARAY<sup>e</sup> y Fabio PELUSO<sup>abe</sup>

<sup>a</sup> Instituto de Hidrología de Llanuras “Dr. Eduardo J. Usunoff” (IHLLA)

<sup>b</sup> Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC)

<sup>c</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas de Argentina (CONICET)

<sup>d</sup> Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Pcia. De Buenos Aires

<sup>e</sup> Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional del Centro de la Pcia. De Buenos Aires

<sup>f</sup> Centro de Investigaciones y Estudios ambientales (CINEA)

\*Correspondencia a los autores, E-mail: [imasson.ihlla@gmail.com](mailto:imasson.ihlla@gmail.com)

**Eje temático 2:** Monitoreo ambiental, tecnologías y herramientas para el manejo de los ecosistemas acuáticos

### Resumen

Los arroyos del Azul, Langueyú y de los Huesos pertenecen a la vertiente Sur de la Cuenca del Río Salado (Pcia. De Buenos Aires). Los dos primeros atraviesan zonas urbanas mientras que el de los Huesos surca paisajes rurales en su totalidad. En el presente trabajo se evaluó la calidad de agua de los mencionados arroyos teniendo en cuenta sus tramos preurbanos, urbanos y posturbanos, así como su ubicación en la cuenca (cuenca alta, media y baja). Para este fin se analizaron distintas variables de calidad de agua (demanda bioquímica de oxígeno, amonio, nitrito, nitrato, nitrógeno Kjeldahl, fósforo total, fósforo reactivo soluble, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, temperatura, coliformes fecales, *Escherichiacoli*, aerobios totales, sólidos totales, sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos totales y turbidez) y se calculó el índice de calidad de agua de la National Sanitation Foundation (Brown, 1970). El arroyo del Azul presentó una calidad de agua más baja en su tramo posturbano que el arroyo Langueyú pese a que el primero posee un mayor caudal (efecto diluyente) y una menor densidad poblacional. Sin embargo, el arroyo Del Azul recupera su calidad de agua casi a valores preurbanos luego de recorrer unos 40 km aguas abajo de la ciudad de Azul. En el arroyo Langueyú la recuperación de la calidad de agua no fue tan evidente para una distancia similar aguas abajo del casco urbano. Los tramos preurbanos de ambos arroyos presentaron valores del índice de calidad de agua comparables al arroyo de los Huesos (rural) que pueden clasificarse como de buena calidad. Estos resultados también se vieron reflejados en el análisis multivariado. Este estudio aporta información sobre la calidad de agua de los mencionados arroyos que sirve como insumo para su gestión, uso sostenible y conservación.

**Palabras clave:** calidad de agua; arroyos pampeanos; índices de calidad de agua

### 1. Introducción

La contaminación, la alteración del hábitat, la introducción de especies exóticas, la expansión agrícola y urbana son algunas de las amenazas a las que se enfrentan los ecosistemas acuáticos (Albert *et al.*, 2021). Los arroyos pampeanos no escapan a esta generalidad. Dada la fertilidad de los suelos pampeanos y su potencialidad para la cría de ganado, la actividad agropecuaria está ampliamente difundida. Además de que los arroyos pampeanos están

expuestos a la contaminación difusa propia de esta actividad, algunos cursos también atraviesan áreas urbanas y reciben vertidos puntuales (efluentes cloacales, industriales, pluviales, etc.). El presente trabajo tuvo como objetivo comparar la calidad de agua de tres arroyos pampeanos: dos de ellos que atraviesan una zona urbana y otro que es netamente rural. Estos fueron el arroyo del Azul (AZ) que atraviesa la ciudad de Azul, el arroyo Langueyú (LNG) que atraviesa la ciudad de Tandil, y el arroyo de los Huesos (HUE) que es de carácter rural. Los tres tienen sus nacientes en el Sistema de Tandilia y sus cuencas son próximas entre sí (<100 km). Debido a que estos ambientes acuáticos ofrecen un sinnúmero de servicios ecosistémicos (provisión de agua, sustento para la biodiversidad, dilución de efluentes, etc.), es crucial conocer su estado de conservación e identificar tramos afectados para poder gestionarlos adecuadamente.

## 2. Materiales y Métodos

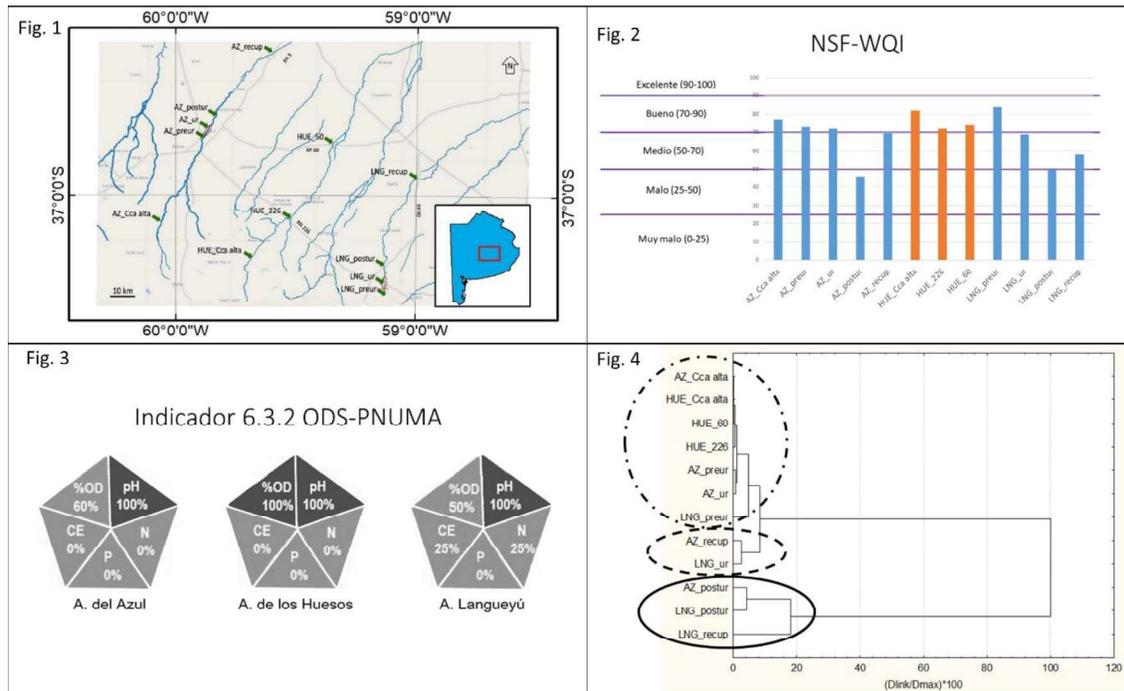
Los muestreos se realizaron en febrero de 2022, abarcando los sitios indicados en la Figura 1. Estos incluyen tramos preurbanos, urbanos y posturbanos. Cabe aclarar que cuando nos referimos al sitio preurbano del LNG hacemos referencia a uno de sus dos tributarios, el arroyo del Fuerte, ya que el LNG como tal surge de la confluencia de éste con el arroyo Blanco, cuando ambos afluentes ya recorrieron gran parte del ejido urbano entubados. Se tomaron muestras de agua y se determinaron las siguientes variables fisicoquímicas: demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días (DBO), amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrito ( $\text{N-NO}_2^-$ ), nitrato ( $\text{N-NO}_3^-$ ), nitrógeno Kjeldahl, fósforo total (Ptotal), fósforo reactivo soluble (PRS), pH, conductividad eléctrica (CE), oxígeno disuelto (OD), temperatura, coliformes fecales, *Escherichiacoli*, aerobios totales, sólidos totales (ST), sólidos suspendidos totales (SS), sólidos disueltos totales (TDS) y turbidez. A partir de los datos recopilados se compararon los valores de dichas variables entre distintos sitios de un mismo arroyo y entre distintos arroyos tomando como referencia los valores guía establecidos por la normativa para la protección de la vida acuática. Además, en cada uno de estos casos se calcularon el índice de calidad de agua de la National Sanitation Foundation o NSF-WQI (Brown, 1970) y el indicador 6.3.2 de los Objetivos de Desarrollo Sustentable del milenio correspondiente al Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (ODS-PNUMA, 2020) que evalúa la proporción de cuerpos de agua que presentan buena calidad de agua. Con respecto al último indicador, éste considera los valores de las variables OD, pH, CE, N y P en cada sitio y los compara con valores guía. En este caso, si más del 80% de las muestras de cada arroyo cumplen con este requisito, se considera que el curso posee buena calidad ecológica de agua. A su vez, mediante análisis de agrupamiento jerárquico tipo cluster, se analizó la semejanza entre las distintas muestras para identificar tendencias y patrones en las variaciones de calidad de agua intra e inter cuencas.

### 3. Resultados y Discusión

Al considerar el índice NSF-WQI (Fig. 2), para la cuenca del AZ dicho índice arrojó valores de calidad de agua considerados “malos” sólo en el sitio posturbano. Todos los demás sitios de AZ son considerados de buena calidad de agua de acuerdo a este índice. En el caso de HUE los valores fueron considerados “buenos” para todos los sitios. Para la cuenca del LNG, el valor del índice sólo fue “bueno” en el sitio LNG\_preur. Los sitios LNG\_ur y LNG\_recup obtuvieron un valor “medio” de calidad de agua y en LNG\_postur la calidad de agua fue considerada “mala”.

Con respecto al indicador 6.3.2 ODS-PNUMA (Fig. 3), ninguna de las 3 cuencas cumplió en su totalidad con los valores objetivo de CE, N y P. El análisis de agrupamiento evidenció dos grandes grupos (Fig. 4). Uno de ellos reúne a todas las muestras de HUE con las muestras de cuenca alta y preurbanas de AZ y LNG. Se observa en este grupo una semejanza interna importante, con una distancia aproximada inferior al 8%. En este grupo se incluye la muestra AZ\_ur, y un subgrupo que incorpora la muestra LNG\_ur y AZ\_recup (línea de trazos, Fig. 4). Se interpreta que este primer grupo identifica las muestras con calidad buena o aceptable, comparables a las muestras de HUE que no presentan los posibles efectos urbanos (línea de trazos y puntos, Fig. 4). Al mismo tiempo, y consistente con las evaluaciones antes presentadas, sugiere que los sectores urbanos de AZ y LNG no se encuentran alterados significativamente, y que existe recuperación en la calidad de agua de AZ en el sector de cuenca baja (AZ\_recup). El segundo grupo reúne las muestras más alteradas por los usos urbanos de AZ y LNG (AZ\_postur, LNG\_postur y LNG\_recup) con una distancia inferior al 20%, incluyendo la cuenca baja de este último (línea de trazo continuo, Fig. 4).

Es de esperar que en el caso de AZ, al tener un mayor caudal que LNG (aproximadamente seis veces superior en el tramo posturbano), el efecto diluyente del arroyo ante cualquier vertido sea mayor, por ello la calidad de agua mejora en el sitio AZ\_recup con respecto a LNG\_recup. A ello se suma que la ciudad de Azul tiene menor número de habitantes que Tandil (55,728 vs. 123,343, respectivamente según censo 2010 del INDEC) y a que en el caso de la cuenca del LNG, sus tributarios atraviesan la mayor parte del ejido urbano entubados, por lo cual, al no existir una rivera ni incidencia de luz solar ni intercambio de gases a cielo abierto, la capacidad de autodepuración se encontraría disminuida en el tramo urbano. A su vez, para la cuenca de LNG existen registros antecedentes de descargas de efluentes industriales y cloacales, así como de residuos sólidos urbanos, al entubamiento pluvial de la ciudad de Tandil del cual los tributarios de LNG forman parte (Cortelezzi *et al.*, 2019).



**Figura 1.** Ubicación de los sitios de muestreo. Las áreas urbanas se encuentran señaladas con las elipses de color rojo. Mapa tomado y modificado de: [https://www.gba.gov.ar/hidraulica/cuencas\\_hidricas/mapa](https://www.gba.gov.ar/hidraulica/cuencas_hidricas/mapa) (fecha de descarga 29/9/2022). **Figura 2.** Valores obtenidos para el índice NSF-WQI. En color azul se representan los sitios de muestreo de las cuencas del Azul (lado izquierdo de la figura) y Languayú (lado derecho de la figura), ambos arroyos urbanos. En color anaranjado se representan los sitios de la cuenca del arroyo de los Huesos, un arroyo rural en toda su extensión. **Figura 3.** Indicador 6.3.2 de los Objetivos de Desarrollo Sustentable del Milenio correspondientes al Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (ODS-PNUMA). **Figura 4.** Análisis de agrupamiento tipo cluster en base a las variables de calidad de agua. Los círculos con distinto tipo de trazo señalan subgrupos de muestras a los que se hace referencia en el texto principal.

#### 4. Conclusiones

Ambas cuencas que incluyen áreas urbanas, es decir, AZ y LNG, se encuentran mayormente impactadas en cuanto a su calidad de agua en sus sitios posturbanos, los cuales están sujetos a vertidos de las plantas de tratamiento cloacal y vertidos industriales (principalmente faena de ganado e industrias alimenticias). El sector alto de estas cuencas no demuestra estar impactado antrópicamente y probablemente los factores que influyen en su calidad de agua sean de origen natural y comunes a la región pampeana, como ser una alta concentración de nitratos y P, por ejemplo (Feijoó *et al.*, 2018). Esta última observación es válida para la cuenca HUE que es netamente rural, aunque puede apreciarse un decaimiento leve en calidad aguas abajo, seguramente por la intensa actividad agropecuaria a la que está sometida, al igual que los tramos rurales de las otras dos cuencas estudiadas. Por otro lado, volviendo a la comparación de calidad de agua entre AZ y LNG, como se explicó en la sección anterior, el mayor caudal de AZ con respecto a LNG sumado a una menor población hace que la recuperación de calidad aguas abajo de los vertidos sea mayor en el



primero, alcanzando niveles similares a las zonas preurbanas. En el caso del LNG, esta recuperación ocurre pero no es tan notoria, al menos hasta los sitios estudiados. Este estudio contribuye a conocer el estado de conservación de los arroyos pampeanos y a estar alertas de los potenciales peligros a la salud humana y a la biodiversidad que los habita. Finalmente, esta información constituye un insumo para los tomadores de decisión al momento de desarrollar planes y herramientas de gestión para dichos ambientes.

**Agradecimientos:** este trabajo fue financiado por la UNCPBA a través de los Proyectos Interdisciplinarios Orientados (PIO IV 2021) y la CICPBA a través de la convocatoria Soluciones Científico-Tecnológicas para Áreas del Gobierno Provincial. Agradecemos a Andrés Bentivegna (IHLLA) por la asistencia con los aforos. También a los profesionales del laboratorio de aguas del IHLLA por los análisis químicos de las muestras: Fátima Altoaguirre, Natalia De Líbano, Pamela Hernández y Abigail López.

### Referencias bibliográficas

- Albert JS, Destouni G, Duke-Sylvester SM, Magurran AE, Oberdorff T, Reis RE, ... y Ripple WJ. 2021. Scientists' warning to humanity on the freshwater biodiversity crisis. *Ambio*, 50(1), 85-94.
- Brown RM, McClelland NI, Deiningner RA y Tozer RG. 1970. A water quality index-do we dare. *Water and sewage works*, 117(10).
- Cortezzi A, Barranquero RS, Marinelli CB, San Juan MRF y Cepeda RE. 2019. Environmental diagnosis of an urban basin from a social-ecological perspective. *Science of the Total Environment*, 678, 267-277.
- Feijó C, Messetta ML, Hegoburu C, Vázquez AG, Guerra-López J, Mas-Pla J, ... y Butturini A. 2018. Retention and release of nutrients and dissolved organic carbon in a nutrient-rich stream: a mass balance approach. *Journal of Hydrology*, 566, 795-806.
- INDEC. 2010. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas. Buenos Aires.
- OPDS-PNUMA. 2020. UN-Water integrated monitoring initiative for SDG 6. En <https://communities.unep.org/display/sdg632/SDG+6.3.2+Home> (fecha acceso: 5/8/22)