

CO-PRODUCCIÓN DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA PARA MITIGAR EL IMPACTO DE LOS EFLUENTES EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL ARROYO SAN FRANCISCO: EVALUACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE BIOFILTROS

Gomez B. M. ⁽¹⁾, Larrandart S. ⁽¹⁾, Saveika C. ⁽¹⁾, Quinteros M. ⁽¹⁾, Pérez Hernández F. ⁽¹⁾, Diaz N. S. ⁽¹⁾, Sinistro R. ⁽²⁾ y Graziano M. ⁽²⁾

(1) Laboratorio Experimental de Tecnologías Sustentables, Subgerencia Centro de Tecnología del Uso del Agua, Instituto Nacional del Agua, Argentina.

(2) Laboratorio de Limnología, Instituto de Ecología, Genética y Evolución de Buenos Aires. Universidad de Buenos Aires - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina

E-mail: bmgomez.ina@gmail.com

Introducción

Las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) se valoran cada vez más en los proyectos urbanos sostenibles para mejorar el bienestar humano y la biodiversidad. En particular, aplicadas en infraestructuras azules/verdes o en diseños sensibles al agua pueden responder a la pérdida de hábitats y a la degradación de los cursos de agua. Los biofiltros, o humedales verticales construidos, son un tipo de SbN comúnmente utilizado en la gestión de aguas superficiales en cuencas urbanas. El objetivo de este trabajo radicó en la co-producción, junto a trabajadores de una cooperativa social del Frente de Organizaciones en Lucha-FOL-, de biofiltros para la mitigación de los efluentes domésticos que ingresan al arroyo por medio de la red doméstico-pluvial.

Materiales y métodos

Área de estudio

El arroyo San Francisco pertenece a la cuenca Sarandí-Santo Domingo ubicada al sur de la ciudad de Buenos Aires. Este cuerpo de agua presenta alteraciones ecohidrológicas y claras evidencias de contaminación a lo largo de su curso con altos niveles de contaminación orgánica y microbiológica (Saraceno et al., 2021). La ciudad de Claypole presenta algunas características sociodemográficas preocupantes dada la falta de cobertura cloacal y de provisión de agua potable. Dada la falta de infraestructura, los efluentes domésticos son descargados a través de la red de drenaje pluvial, que consiste en zanjas abiertas que recorren todo el barrio y descargan en el arroyo cada 100 metros. Los efluentes domésticos liberados a través de esta red son principalmente aguas grises (de bañeras, duchas, lavamanos, lavadoras y fregaderos de cocina) (Gomez et al. 2023). El trabajo se realizó en un tramo de 1 km del arroyo San Francisco.

Para mitigar el ingreso de contaminantes por medio de estas descargas doméstico-pluviales se construyeron biofiltros cuya estructura consistió en una maceta de tela geotextil de 400 µm donde la composición de las capas se disponía de la siguiente manera (de arriba abajo): arena, grava fina, LECA (arcilla expandida), pometina y grava gruesa. El sistema de aireación estaba conformado por tubos de PVC perforados de 10 mm de diámetro. La macrófita empleada fue *Typha latifolia*, comúnmente utilizada en humedales construidos y ampliamente distribuida en la Provincia de Buenos Aires. En diciembre de 2021 se instalaron 7 biofiltros en conjunto con las cuadrillas de trabajo del FOL. Durante 1 año se evaluó la supervivencia de los mismos ante las crecidas, así como también se realizaron muestreos estacionales (verano 7/1/22; otoño 9/5/22; primavera 11/10/22 y verano 8/03/23). Para evaluar la eficiencia de remoción se colectaron muestras al ingreso (IN) del biofiltro y al egreso (OUT). Se tomaron 5 L de muestra los cuales fueron fraccionados en sus envases correspondientes. *In situ* se realizó

la determinación de: pH, Conductividad Eléctrica (CE), Oxígeno Disuelto (OD), empleando un multiparámetro (HACH, HQ 4300) y Turbidez, empleando un turbidímetro (HACH, 2100P). Mientras que en el laboratorio se analizó: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Demanda Química de Oxígeno (DQO), carbono Orgánico Disuelto (COD), serie nitrogenada (Nitrógeno Inorgánico Disuelto -NID- [amonio + nitrato + nitrito] y Nitrógeno Total por Kjeldahl -NTK-) y serie fosforada (Fósforo Total -PT- y Fósforo Reactivo Soluble -PRS-). Cabe destacar que en la primera campaña de muestreo no se analizaron todos los parámetros y que tampoco se realizó un muestreo en la estación de invierno.

Resultados

Se realizaron dos talleres con los trabajadores de la organización social sobre el armado de la estructura de los biofiltros y durante tres jornadas consecutivas en diciembre 2021 (13, 15 y 27 de diciembre 2021) se instalaron un total de 7 biofiltros (**Figura 1**) a la salida de descargas doméstico-pluviales. El armado de la estructura de los biofiltros la realizaron los trabajadores de la organización social y en conjunto se ensamblaron 6 biofiltros. El séptimo biofiltro lo armaron completamente solos en una descarga de su centro cultural ("Galpón Cultural").

Los 7 biofiltros instalados estuvieron operativos con ingreso de efluente permanente excepto uno, donde una fractura en el caño de desagüe evitó que el efluente ingrese al biofiltro. De los 6 biofiltros restantes, uno estuvo operativo durante 5 meses hasta que una crecida del arroyo los destruyó por completo, mientras que los 5 restantes sobrevivieron durante 1 año a las crecidas y al lavado permanente desde las descargas. La concentración de los efluentes que ingresaron en los biofiltros fueron variables (min-max): DQO (12 - 145 mgO₂/L), DBO (33 - 1628 mgO₂/L), DOC (14 - 260 mgC/L), NTK (0.6 - 64.0 mgN/L), NID (1.6 - 42.7 mgN/L), PT (0.1 - 4.6 mg P-PO₄³⁻/L) y SRP (0.03 - 1.8 mg P-PO₄³⁻/L).

Las mayores remociones se observaron en las estaciones cálidas tanto para la materia orgánica; la serie nitrogenada y fosforada (**Figura 2**). La remoción de materia orgánica se evaluó en función de tres parámetros: la fracción total como DQO; la fracción biodegradable como DBO₅ y la fracción soluble como COD. Se observaron remociones entre el 8-84% de DBO₅, 2-76% de DQO y 13-92% de COD. En cuanto a compuestos nitrogenados, se observaron mayores remociones cuando estos estaban asociados al material orgánico particulado (NTK 3-59%) más que disuelto en su forma inorgánica (NID 2-39%). En cuanto al fósforo, solo se observaron remociones en la fracción soluble inorgánica (PRS) en la primavera (6-26%). En cambio, cuando el P estuvo asociado al material orgánico y particulado (determinado como PT), se observaron remociones en todas las estaciones (5-86%). La turbidez evidenció una disminución entre el 2-80%.



Figura 1.- a) Armado del biofiltro a la salida de desagüe doméstico-pluvial. b) Biofiltro finalizado. c) Trabajadores de la organización social que participaron de la construcción de los biofiltros.

Discusión

En este trabajo se presentó una experiencia de co-producción en un barrio sin infraestructura sanitaria cuya consecuencia impacta negativamente en la calidad del agua del arroyo San Francisco y el hábitat de los vecinos. El 57 % de los biofiltros instalados permanecieron activos luego de un año a pesar de las fluctuaciones tanto de caudal como de concentraciones de los diferentes parámetros evaluados. Los biofiltros demostraron ser un paliativo eficiente para el tratamiento de las aguas domésticas-pluviales en especial sobre la materia orgánica y compuestos nitrogenados, En cuanto al P, demostró un efecto modesto, actuando mayoritariamente cuando este está asociado al material particulado u orgánico.

Otros autores han destacado este punto en otros tipos de humedales construidos también (Stefanakis et al. 2014; Dotro et al. 2017). Se esperaba que al emplear un medio reactivo, como es la LECA, se fuera a observar una mayor remoción de este elemento. Sin embargo, es probable que un efecto de saturación del medio haya ocurrido, anulando el efecto deseado.

Conclusiones

Los biofiltros resultaron ser una alternativa económica, de bajo mantenimiento y fácil de implementar como un primer acercamiento de SbN en un barrio sin infraestructura sanitaria. En este sentido, los trabajadores de la organización lograron apropiarse de la tecnología e implementarla en su territorio. Cabe destacar que si bien los principios holísticos subyacentes a las SbN pueden crear oportunidades de inclusión social en un contexto de informalidad, experiencias de este tipo son fundamentales para comprender la dinámica en el territorio, donde la desigualdad social se encuentra fuertemente entrelazada con la degradación ambiental.

Referencias

Gomez, B. M., Diaz, N. S., Saraceno, M., Sinistro, R., & Graziano, M. (2023). Co-production of just nature-based solutions to mitigate the impact of domestic effluents on stream water quality in an informal urbanization in Latin America: Diagnosis and a pilot study. Earth ArXiv. Preprint.

Dotro, G., Langergraber, G., Molle, P., Nivala, J., Puigagut, J., Stein, O., & Von Sperling, M. (2017). *Treatment wetlands* (p. 172). IWA publishing

Saraceno, M., Gómez Lugo, S., Ortiz, N., Gómez, B. M., Sabio y García, C. A., Frankel, N., & Graziano, M. (2021). Unraveling the ecological processes modulating the population structure of *Escherichia coli* in a highly polluted urban stream network. *Scientific reports*, 11(1), 1-14.

Stefanakis, A., Akrotos, C. S., & Tsihrintzis, V. A. (2014). *Vertical flow constructed wetlands: eco-engineering systems for wastewater and sludge treatment*. Newnes.

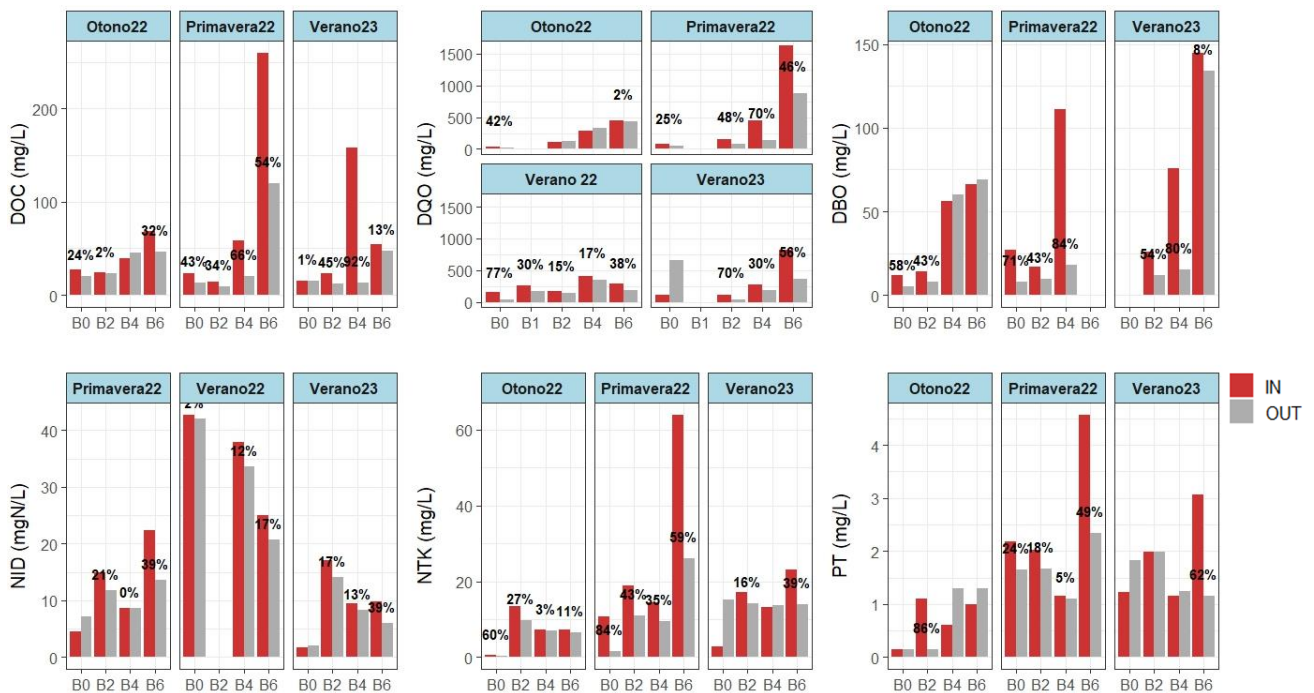


Figura 2.- Porcentajes de remoción entre el efluente de ingreso al biofiltro (IN, rojo) y el efluente de salida del biofiltro (OUT, gris).