

ESTIMACIÓN DEL RIESGO ECOLÓGICO POR LA PRESENCIA DE CONTAMINANTES EMERGENTES FARMACÉUTICOS EN AGUAS RESIDUALES HOSPITALARIAS

ESTIMATION OF THE ECOLOGICAL RISK DUE TO THE PRESENCE OF EMERGING PHARMACEUTICAL CONTAMINANTS IN HOSPITAL WASTEWATER

Autor 1: María Alejandra Marín Campo.

maria.marin.c@uniautonomade Cauca.edu.co

Semillero de Investigación en Manejo Integral del Recurso Hídrico – MIRH; Corporación Universitaria Autónoma del Cauca.

Autor 2: Maira Alexandra Vargas Jipiz.

maira.vargas.j@uniautonomade Cauca.edu.co

Semillero de Investigación en Manejo Integral del Recurso Hídrico – MIRH; Corporación Universitaria Autónoma del Cauca

Autor 3: Arnol Arias Hoyos. Biólogo, M. Sc(c) en Ingeniería y Gestión Ambiental.

arnol.arias.h@uniautonomade Cauca.edu.co

Docente Investigador y director del Grupo de Investigación en Tecnologías y Ambiente – GITA; Corporación Universitaria Autónoma del Cauca

Autor 4: César Fernández Morantes. Químico, PhD en Ingeniería mención materiales.

cesar.fernandez.m@uniautonomade Cauca.edu.co

Docente Investigador, Grupo de Investigación en Tecnología y Ambiente – GITA; Corporación Universitaria Autónoma del Cauca

Autor 5: Edwin Fernando Sierra Gaviria. Ingeniero Ambiental y Sanitario, M. Sc(c) en Ingeniería Ambiental.

edwin.sierra.g@uniautonomade Cauca.edu.co

Docente Investigador, Grupo de Investigación en Tecnología y Ambiente – GITA; Corporación Universitaria Autónoma del Cauca

Resumen: El agua y el saneamiento son un derecho fundamental para todos, dado que promueven el crecimiento de la vida y la comunidad. Así mismo, los cuerpos de agua se encuentran con una contaminación en progreso, resaltando los Contaminantes Emergentes (CE) como un problema de importancia actual. En particular, las Aguas Residuales Hospitalarias (ARH), presentan una elevada concentración de CE de origen farmacéuticos, por este motivo este trabajo tiene como objetivo estimar el riesgo ecológico por la presencia de CE farmacéuticos en aguas residuales hospitalarias. De modo que se realizó un mapeo sistemático para determinar que CE se detectaban en las ARH, caracterizar los parámetros fisicoquímicos y medir el Riesgo Ecológico (RQ) de cada contaminante. En los resultados se obtuvo que la DBO₅, DQO Y SST no cumplen con la resolución 0631 del 2015 ya que están por encima del valor establecido, así mismo los medicamentos que se encontraron en el hospital fueron la Doxiciclina, Acetaminofén y la Dopamina, donde cada medicamento se le estimó el RQ. El mayor riesgo ecológico, se detectó para la doxiciclina, clasificándose como riesgo alto y resaltando como la principal amenaza para la biodiversidad acuática. Los CEF en ecosistemas acuáticos receptores pueden alterar procesos naturales y reducir la biodiversidad, afectando gravemente su equilibrio ecológico y la integridad de los seres vivos.

Palabras clave: *Ecosistemas acuáticos; impacto ambiental; índice de calidad del agua; farmacéuticos; efluentes hospitalarios.*

Abstract: Water and sanitation are a fundamental right for all, as they promote the growth of life and community. Likewise, water bodies are facing an increasing contamination, highlighting Emerging Contaminants (EC) as a problem of current importance. In particular, Hospital Wastewater (HWW), presents a high concentration of ECs of pharmaceutical origin, for this reason this work aims to estimate the ecological risk due to the presence of pharmaceutical ECs in hospital wastewater. Therefore, a systematic mapping was carried out to determine which ECs were detected in the HRAs, to characterize the physicochemical parameters and to measure the Ecological Risk (ER) of each pollutant. The results showed that the DBO₅, COD and TSS do not comply with resolution 0631 of 2015 as they are above the established

value, likewise the drugs that were found in the hospital were Doxycycline, Acetaminophen and Dopamine, where each drug was estimated the RQ. The greatest ecological risk was detected for doxycycline, classified as high risk and highlighted as the main threat to aquatic biodiversity. FECs in receiving aquatic ecosystems can alter natural processes and reduce biodiversity, seriously affecting their ecological balance and the integrity of living beings.

Keywords: *aquatic ecosystems; environmental **impact**; water quality index; pharmaceuticals; **hospital effluents**.*

Desarrollo: El agua es un recurso indispensable para los ecosistemas y seres vivos, razón por la cual, su contaminación es un problema de interés mundial, dado los efectos que repercuten en el detrimento de la calidad ambiental, producida principalmente por vertimientos de agua residual sin ningún tipo de tratamiento (Guadarrama, et al., 2016). En particular, las Aguas Residuales Hospitalarias (ARH), presentan una elevada concentración de Contaminantes Emergentes (CE) de origen farmacéutico, los cuales poseen la capacidad de provocar impactos ambientales y afectaciones nocivas en los ecosistemas acuáticos y la salud humana (Bravo, 2009).

En la actualidad, hay un notable interés en entender cómo los contaminantes emergentes farmacéuticos (CEF) afectan al medio ambiente y a los organismos vivos, dado que estos CE son compuestos químicos derivados principalmente de medicamentos y productos farmacéuticos que se encuentran en el medio ambiente, en las aguas superficiales y subterráneas, en concentraciones detectables (Tejada et al., 2014). Las investigaciones en Colombia sobre CE son escasas, limitadas por el acceso a equipos especializados para detectar analitos en bajas concentraciones, además, son compuestos que no poseen regulación normativa (Ríos, et al., 2022).

En ese orden de ideas, el presente trabajo tiene como objetivo estimar el riesgo ecológico por la presencia de CEF en ARH. Para la ejecución del proyecto inicialmente se realizó la identificación de CE de mayor presencia en ARH, mediante un mapeo sistemático, considerando los criterios metodológicos establecidos por Taoufik, et al., (2020) y Petersen, et al., (2008).

Para la determinación de las condiciones del efluente se realizó una caracterización fisicoquímica en 10 jornadas de muestreo, las cuales permitieron determinar parámetros de calidad de agua in-situ pH, oxígeno disuelto, conductividad y temperatura con equipo multiparamétrico YSI HACH 2100Q, además, parámetros ex-situ como Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Sólidos Disueltos Totales (SDT), Sólidos Totales, Alcalinidad y Acidez según lineamientos del Standard Methods (American Public Health Association et al., 2017). Adicionalmente, se realizó la determinación de contaminantes emergentes por cromatografía líquida de alta resolución acoplado a un detector de masas (HPLC/MASAS) (Perez, et al., 2017). Finalmente, se estimó el riesgo ecológico usando los métodos de Sharma, et al., (2019) y Salamanca, et al., (2022), además, se tuvo en cuenta dos índices de contaminación ICOMO e ICOSUS (Ramírez, et al., 1997).

De acuerdo con los resultados la revisión documental permitió identificar una amplia gama de CEF, dentro de los que destacan acetaminofén, ciprofloxacino, azitromicina, cefalexina, cloroquina, ivermectina, y dexametasona, con concentraciones encontradas hasta 292.000 ng/L (Peña, et al., 2019). Además, se identificaron anomalías con respecto a DBO5, DQO y SST con concentraciones de 342 mg/L $\pm$ 96,2; 817 mg/L $\pm$ 705,8; 335 mg/L $\pm$ 239, respectivamente. Así mismo, dentro de los medicamentos de mayor uso, se identificaron doxiciclina y acetaminofén. El caso más alto de riesgo ecológico (RQ) se observó para la doxiciclina en la muestra 8, con un valor de 5,01, clasificado como riesgo alto ($RQ \geq 1$). Esto indica que su elevada concentración podría causar efectos adversos significativos en los organismos acuáticos, afectando la biodiversidad del ecosistema (Perez, et al., 2011).

Referencias

Guadarrama, T., Kido, M., Roldan A., & Salas, S. (2016). Contaminación del agua. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 2(5), 1-10.

Taoufik, N., Boumya, W., Janani, FZ, Elhalil, A. y Mahjoubi, FZ (2020). Eliminación de contaminantes farmacéuticos emergentes: una revisión sistemática de un estudio de mapeo. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 8 (5), 104251.

Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., & Mattsson, M. (2008, June). Systematic mapping studies in software engineering. In the 12th* **international conference on evaluation and assessment in software engineering** (EASE)*. BCS Learning & Development.

American Public Health Association, American Water Works Association, & Water Environment Federation. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (R. Baird, A. Eaton, & E. Rice, Eds.;

23rd ed., Issue 9). American Public Health Association.

Bairán Pérez, G., & Bairan Perez, G. (2017). Oxidación biocatalítica de antibióticos sulfonamidas como contaminantes (Master 's thesis, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla).

Sharma, B. M., Bečanová, J., Scheringer, M., Sharma, A., Bharat, G. K., Whitehead, P. G., ... & Nizzetto, L. (2019). Health and ecological risk assessment of emerging contaminants (pharmaceuticals, personal care products, and artificial sweeteners) in surface and groundwater (drinking water) in the Ganges River Basin, India. *Science of the Total Environment*, 646, 1459-1467.

Peña-Guzmán, C., Ulloa-Sánchez, S., Mora, K., Helena-Bustos, R., Lopez-Barrera, E., Alvarez, J., & Rodriguez-Pinzón, M. (2019). Emerging pollutants in the urban water cycle in Latin America: A review of the current literature. *Journal of environmental management*, 237, 408-423.