

El proceso foto-Fenton como alternativa para el tratamiento de aguas contaminadas con antibióticos β -lactámicos

Efraím A. Serna Galvis^a, Ana L. Giraldo Aguirre^b, Javier Silva Agredo^a, Oscar A. Flórez Acosta^b, Ricardo A. Torres Palma^{a*}

^a Grupo de Investigación en Remediación Ambiental y Biocatálisis (GIRAB), Instituto de Química, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia UdeA, Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia.

^b Grupo de Diseño y Formulación de Medicamentos, Cosméticos y Afines (DYFOMECO), Facultad de Química Farmacéutica, Universidad de Antioquia UdeA, Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia.

* Correspondencia: ricardo.torres@udea.edu.co

Resumen

En la actualidad es común detectar antibióticos en las salidas (efluentes) de las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, dado que los procesos convencionales allí aplicados son incapaces de eliminar tales sustancias [1] [2]. Subsecuentemente los antibióticos llegan a los cuerpos de agua natural, donde pueden provocar una selección de microorganismos e inducir la producción de cepas de bacterias resistentes que al entrar en contacto con los seres humanos y animales causan enfermedades no tratables con los antibióticos convencionales, aumentando así el riesgo y disminuyendo nuestra habilidad para detener las epidemias [3] [4]. Entre los fármacos de alto consumo a nivel mundial están los antibióticos β -lactámicos, y por tanto su presencia en las aguas naturales es usual. Tal situación demanda soluciones urgentes y eficientes. Los procesos de oxidación avanzada son alternativas que han mostrado ser aplicables a la remoción de contaminantes orgánicos en aguas [5]. Entre estas alternativas se encuentra el proceso foto-Fenton, que utiliza iones ferroso, peróxido de hidrógeno y luz para la producción de las especies degradativas.

En el presente trabajo se estudió el tratamiento de aguas contaminadas con un antibiótico β -lactámico modelo (oxacilina, $47.23 \mu\text{mol L}^{-1}$) mediante el proceso de oxidación avanzada foto-Fenton, utilizando bajas concentraciones de hierro y peróxido de hidrógeno (90 y $1000 \mu\text{mol L}^{-1}$ respectivamente). Se determinaron las rutas de degradación y el grado de mineralización del antibiótico. Adicionalmente, se trató el antibiótico en presencia de sustancias comunes en aguas residuales farmacéuticas, un excipiente (ácido tartárico) y un surfactante (lauril éter sulfato) y se analizaron sus efectos en términos de la evolución de la actividad biológica de las soluciones tratadas.

Se encontró que bajo las condiciones de trabajo aplicadas, el ataque del radical hidroxilo es la vía principal de degradación, y 9 minutos de tratamiento son suficientes para remover el 100 % tanto de la oxacilina como de la actividad antimicrobiana de la solución. También se encontró que el proceso genera una mineralización parcial (~35%) del contaminante, mientras la presencia del ácido tartárico acelera la eliminación de la actividad biológica. Los resultados muestran que el proceso foto-Fenton tiene un gran potencial para su aplicación en las fuentes primarias de antibióticos β -lactámicos tales como las industrias farmacéuticas, que junto con los hospitales son grandes contribuyentes de estas sustancias a las aguas residuales.

Agradecimientos

Loa autores expresan sus agradecimientos a Colciencias por el apoyo financiero del presente trabajo a través del proyecto: 1115-569-33692, "Implementación de metodologías eficientes y confiables para degradar residuos de antimicrobianos en el hogar y en efluentes industriales".

Referencias

- [1] A. J. Watkinson, E. J. Murby, D. W. Kolpin, and S. D. Costanzo, "The occurrence of antibiotics in an urban watershed: from wastewater to drinking water.," *Sci. Total Environ.*, vol. 407, no. 8, pp. 2711–23, Apr. 2009.

- [2] S. K. Khetan and T. J. Collins, "Human Pharmaceuticals in the Aquatic Environment: A Challenge to Green Chemistry.," *Chem. Rev.*, vol. 107, no. 6, pp. 2319–2364, Jun. 2007.
- [3] J. L. Martinez, "Environmental pollution by antibiotics and by antibiotic resistance determinants.," *Environ. Pollut.*, vol. 157, no. 11, pp. 2893–902, Nov. 2009.
- [4] A. J. Watkinson, E. J. Murby, and S. D. Costanzo, "Removal of antibiotics in conventional and advanced wastewater treatment: Implications for environmental discharge and wastewater recycling," *Water Res.*, vol. 41, pp. 4164–4176, 2007.
- [5] J. Rivera-Utrilla, M. Sánchez-Polo, M. Á. Ferro-García, G. Prados-Joya, and R. Ocampo-Pérez, "Pharmaceuticals as emerging contaminants and their removal from water. A review.," *Chemosphere*, vol. 93, no. 7, pp. 1268–87, Oct. 2013.