

REMOCIÓN DE BENZOFENONA-3 EMPLEANDO FOTOCATÁLISIS HETEROGÉNEA: OPTIMIZACIÓN DE VARIABLES

Henry Nelson Zúñiga Benítez, Gustavo Antonio Peñuela Meza.

Grupo GDCON, Facultad de Ingeniería, Sede de Investigación Universitaria (SIU), Universidad de Antioquia, Calle 70 No 52 -21, Medellín, Colombia.

Los contaminantes emergentes son un grupo de compuestos químicos de naturaleza orgánica cuya presencia en diferentes cuerpos de agua, al igual que su potencial efecto nocivo sobre la salud humana y el medio ambiente ha sido reportada recientemente (Bolong et al., 2009; Jiang, 2013; Patiño et al., 2015). Dentro de este grupo de sustancias se encuentra la Benzofenona-3 (2-4-hidroxi-4-metoxibenzofenona, BP3), uno de los filtros UV más empleados actualmente, el cual puede absorber, con limitada foto-transformación, radiación solar en las regiones UVA y UVB, lo cual ha favorecido su uso en la manufactura de diferentes productos destinados al cuidado personal, cosméticos y otros tipo de aplicaciones industriales (Gago-Ferrero et al., 2013; Vione et al., 2013). Sin embargo, diferentes grupos de investigación han reportado una probable actividad disruptora de dicho compuesto sobre diferentes funciones de diversos organismos (Kim & Choi, 2014). En este sentido, algunos estudios indican que la exposición a elevados niveles de compuestos tipo benzofenona puede estar asociada a trastornos ligados con la producción de estrógenos, como es el caso de la endometriosis en mujeres (Kunisue et al., 2012; Zhang et al., 2013). Así mismo, la administración oral y dérmica de BP3 a poblaciones de ratones mostró alteración en diferentes órganos como hígado y riñones y se presume que podría ser causa de eczema de contacto, melanoma y cáncer de mama ya que un alto porcentaje de este compuesto puede penetrar la piel y alcanzar el torrente sanguíneo (Garcia et al, 2011; Li et al., 2014).

La inmersión de la Benzofenona-3 en diferentes cuerpos de agua puede producirse directamente a través del lavado de la piel y ropa durante actividades recreativas como la natación, o indirectamente a través de las plantas de tratamiento de aguas residuales las cuales no cuentan con el diseño apropiado para remover este compuesto de las diferentes corrientes que lo contienen como producto de procesos tales como lavandería, ducharse o la excreción renal después de absorción oral o percutánea (Balmer et al, 2005;. Fent et al, 2010; Li et al, 2007; Kim & Choi, 2014). De esta manera, BP3 se ha detectado en aguas residuales, lagos, zonas costeras, ríos y sedimentos (Blüthgen et al, 2012; Kim & Choi, 2014).

Algunos de los procesos empleados a escala de laboratorio para eliminar Benzofenona-3 son oxidación con ferrato (VI), ultrasonido, ozonización y oxidación con peroxono, cuyo rendimiento depende de los diferentes parámetros experimentales que participan en cada uno de ellos (Gago-Ferrero et al, 2013; Yang & Ying, 2013). No obstante, la eficacia de algunos procesos de oxidación avanzada, como la fotocatalisis heterogénea, en la eliminación de BP3 no ha sido completamente evaluada, es por esto que el objetivo principal de este estudio fue analizar el uso de dicha tecnología en la remoción del compuesto, evaluando el efecto de parámetros de operación tales como pH, concentración de catalizador y la presencia de peróxido de hidrógeno, acetonitrilo e isopropanol en la solución. Adicionalmente, empleando un diseño experimental de tipo central compuesto y la metodología de superficie de respuesta se determinaron aquellas condiciones óptimas que permiten una mayor remoción del contaminante.

REFERENCIAS

- Balmer, M., Buser, H., Müller, M., Poiger, T., 2005. Occurrence of some organic UV filters in wastewater, in surface waters, and in fish from swiss lakes. *Environmental Science and Technology* 39(4), 953-962.
- Blüthgen, N., Zucchi, S., Fent, K., 2012. Effects of the UV filter benzophenone-3 (Oxybenzone) at low concentrations in zebrafish (*Danio rerio*). *Toxicology and Applied Pharmacology* 263 (2), 184-194.
- Bolong, N., Ismail, A.F., Salim, M.R., Matsuura, T., 2009. A review of the effects of emerging contaminants in wastewater and options for their removal. *Desalination* 239 (1-3), 229-246.
- Fent, K., Zenker, A., Rapp, M., 2010. Widespread occurrence of estrogenic UV-filters in aquatic ecosystems in Switzerland. *Environmental Pollution*, 158 (5), 1817-1824.
- Gago-Ferrero, P., Demeestere, K., Díaz-Cruz, M.S., Barceló, D., 2013. Ozonation and peroxone oxidation of benzophenone-3 in water: Effect of operational parameters and identification of intermediate products. *Science of the Total Environment* 443, 209-217.
- Garcia, H., Hoffman, C., Kinney, K., Lawler, D., 2011. Laccase-catalyzed oxidation of oxybenzone in municipal wastewater primary effluent. *Water Research* 45 (5), 1921-1932.
- Jiang, J., Zhou, Z., Sharma, V.K., 2013. Occurrence, transportation, monitoring and treatment of emerging micro-pollutants in waste water — A review from global views. *Microchemical Journal* 110, 292-300.
- Kim, S., Choi, K., 2014. Occurrences, toxicities, and ecological risks of benzophenone-3, a common component of organic sunscreen products: A mini-review. *Environment International* 70, 143-157.
- Kunisue, T., Chen, Z., Buck Louis, G.M., Sundaram, R., Hediger, M.L., Sun, L., Kannan, K., 2012. Urinary concentrations of benzophenone-type UV filters in US women and their association with endometriosis. *Environmental Science and Technology* 46 (8), 4624-4632

Li, C.C., Chen, Y.T., Lin, Y.T., Sie, S.F., Chen-Yang, Y.M., 2014. Mesoporous silica aerogel as a drug carrier for the enhancement of the sunscreen ability of benzophenone-3. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 115, 191-196.

Li, W., Ma, Y., Guo, Ch., Hu, W., Liu, K., Wang, Y., Zhu, T., 2007. Occurrence and behavior of four of the most used sunscreen UV filters in a wastewater reclamation plant. *Water Research* 41 (15), 3506-3512.

Patiño, Y., Díaz, E., Ordóñez, S., 2015. Performance of different carbonaceous materials for emerging pollutants adsorption. *Chemosphere* 119, S124-S130.

Vione, D., Caringella, R., De Laurentiis, E., Pazzi, M., Minero, C., 2013. Phototransformation of the sunlight filter benzophenone-3 (2-hydroxy-4-methoxybenzophenone) under conditions relevant to surface waters. *Science of the Total Environment* 463-464, 243-251.

Yang, B., Ying, G., 2013. Oxidation of benzophenone-3 during water treatment with ferrate (VI). *Water Research* 47 (7), 2458-2466.

Zhang, T., Sun, H., Qin, X., Wu, Q., Zhang, Y., Ma, J., Kannan, K., 2013. Benzophenone-type UV filters in urine and blood from children, adults, and pregnant women in China: Partitioning between blood and urine as well as maternal and fetal cord blood. *Science of the Total Environment* 461-462, 49-55