

TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA TEXTIL

Edison GilPavas

GIPAB: Grupo de Investigación en Procesos Ambientales. Departamento de Ingeniería de Procesos. Universidad EAFIT, Carrera 49 #7 sur 50, Medellín-Colombia.

egil@eafit.edu.co

La mayoría de los procesos y desarrollos tecnológicos de la actualidad pueden resultar perjudiciales para el ambiente, debido a que están orientados específicamente al crecimiento económico, y son vulnerables a las necesidades y los cambios sociales, especialmente a las normativas que regulan su actividad. Durante los últimos años ha aumentado la percepción de que la sociedad actual y la industria han de ser sostenibles (Rodríguez *et al.*, 2002). A principios de la década de los 60 empezó a tomarse en consideración el efecto que tenía la actividad humana sobre el ambiente, y que el rápido crecimiento económico de las sociedades más ricas podía impedir el desarrollo de las sociedades más pobres. Este contexto invitó a la discusión acerca de qué tipo de desarrollo podría favorecer el crecimiento económico, a la vez que favorecer el desarrollo social manteniendo un balance equilibrado con la naturaleza. El cambio climático, la crisis alimentaria o la explotación insostenible de recursos naturales como el agua o la pesca sitúan la cuestión de la sostenibilidad en primer plano de la actualidad social y del debate político en todas las escalas, desde lo local/nacional hasta lo mundial. La creciente demanda de la sociedad por la remediación de aguas contaminadas de diversos orígenes, materializada en regulaciones cada vez más estrictas, ha impulsado en los últimos años, al desarrollo de nuevas tecnologías de tratamiento. La industria textil utiliza gran cantidad de compuestos químicos durante su proceso productivo, incluyendo colorantes, surfactantes, detergentes, grasas, ceras, solventes y sales, generando efluentes residuales con alta carga orgánica y persistentes en el medio, lo cual constituye una problemática ambiental (Soares *et al.*, 2015). Según el reporte del Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP) de las Naciones Unidas, el 80% de los efluentes residuales no son tratados, poniendo en riesgo las fuentes de agua limpia usadas para consumo humano y agricultura, siendo más crítica la situación en países en vía de desarrollo, donde una tercera parte de los habitantes no tienen acceso a sistemas adecuados de potabilización, lo cual los hace más vulnerables a la contaminación de sus recursos hídricos. Los tratamientos convencionales de los efluentes residuales, en la mayoría de industrias textiles, se basan en una combinación de coagulación química con procesos biológicos; sin embargo, los compuestos muy solubles como surfactantes y colorantes polares no se precipitan químicamente. Además, algunos colorantes son considerados compuestos xeno-bióticos; por ejemplo, los tipo azo presentan el grupo (N=N), el cual genera una deficiencia de electrones en la molécula, haciéndola menos susceptible a la oxidación catabólica por bacterias, por lo que los tratamientos biológicos son poco eficientes y los contaminantes presentan gran persistencia en el ambiente (Byberg *et al.*, 2013). Las características recalcitrantes de las aguas residuales textiles hacen que sean necesarias tecnologías avanzadas de tratamiento como los Procesos Avanzados de Oxidación (PAO's), los cuales han demostrado ser

exitosos en el tratamiento de aguas residuales textiles (GilPavas *et al.*, 2014) y otros tipos de efluentes no biodegradables como lixiviados de rellenos sanitarios (He *et al.*, 2015) y herbicidas (Gonzalez *et al.*, 2014). El desarrollo de los PAO's se muestra como una alternativa eficaz para la descontaminación de aguas industriales, permitiendo oxidación de gran parte de los contaminantes orgánicos.

Por lo tanto, en la presente investigación se evaluaron los PAO's, Fenton y foto-Fenton, para el tratamiento de aguas residuales de una industria textil. Se optimizó el proceso de coagulación como tratamiento preliminar para la remoción de partículas suspendidas, utilizando $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ como agente coagulante; logrando una remoción del 98.37% de turbidez. Posteriormente, se utilizó la metodología de superficie de respuesta (MSR) acoplada a un diseño de experimentos Box-Behnken con el fin de optimizar las condiciones de operación de los procesos Fenton ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$) y foto-Fenton ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$). Con las condiciones óptimas encontradas ($\text{Fe}^{2+}=1$ mM, $\text{H}_2\text{O}_2=2$ mL/L y pH 3) se realizó un estudio cinético, obteniendo a una degradación del 94% de DQO (coagulación y foto-Fenton en 90 minutos). Dejando la puerta abierta a nuevos retos de ID+i para poder convertir este tipo de procesos en económicos, técnica y ambientalmente sostenibles.

Bibliografía

Byberg, R, Cobb, J, Martin, L.D, Thompson, R.W, Camesano, T.A, Zahraa, O, Pons, M.N.a (2013). Comparison of photocatalytic degradation of dyes in relation to their structure. *Environmental Science and Pollution Research*. Res. 20, 3570-3581.

GilPavas, E., Medina, J., Dobrosz-Gómez, I., Gómez-García M.A. (2014). Statistical optimization of industrial textile wastewater treatment by electrochemical methods. *J. Appl. Electroch.*, 44, 1421 – 1430.

González M., J. Araña, O. González Díaz, J.A. Herrera Melián, J.M. Doña Rodríguez, J. Pérez Peña. M. (2014) Detoxification of the herbicide propanil by means of Fenton process and TiO_2 -photocatalysis. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry* 291 34–43.

He Ruo, Tian Bao-Hu, Qi-Qi Zhang, Hong-Tao Zhang. (2015). Effect of Fenton oxidation on biodegradability, biotoxicity and dissolved organic matter distribution of concentrated landfill leachate derived from a membrane process. *Waste Management* 38 232–239.

Rodriguez M., Sarria V., Esplugas S., Pulgarin C. (2002). Photo-fenton treatment of biorecalcitrant wastewater generated in textile activities: biodegradability of the phototreated solution. *Journal of photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 151, 129-135.

Soares P., Batalha M., Selene M.A. Guelli U. Souza, B., Rui A.R., Vilar J.P. (2015). Enhancement of a solar photo-Fenton reaction with ferric-organic ligands for the treatment of acrylic-textile dyeing wastewater. *Journal of Environmental Management*. P120-131.