SINTESIS DE MAGNETITA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO FOTO-FENON PARA LA REMOCIÓN DE GLIFOSATO EN SOLUCIÓN ACUOSA

SYNTHESIS OF MAGNETITE FOR THE OPTIMIZATION OF THE PHOTO- PHENON PROCESS FOR GLYPHOSATE REMOVAL IN AQUEOUS SOLUTION

GLYPHOSATE IN AQUEOUS SOLUTION

Autor 1: Karol Daniela Fernández Vargas

Karol.fernandez.v@uniautonoma.edu.co

Semillero en Manejo Integral del Recurso Hídrico, Corporación Universitaria Autónoma del Cauca

Autor 2: Edwin Fernando Sierra Gaviria

Edwin.sierra.g@uniautonoma.edu.co

Semillero en Manejo Integral del Recurso Hídrico, Corporación Universitaria Autónoma del Cauca

Autor 3: Arnol Arias Hoyos

Arnol.arias.h@uniautonoma.edu.co

Semillero en Manejo Integral del Recurso Hídrico, Corporación Universitaria Autónoma del Cauca

Autor 4: Cesar Fernández Morantes

Cesar.fernandez.m@uniautonoma.edu.co

Semillero en Manejo Integral del Recurso Hídrico, Corporación Universitaria Autónoma del Cauca

Área temática: Innovación, Tecnología e Inteligencia Artificial aplicada al Ambiente

Resumen: En 2024, el auge agroindustrial en Colombia ha incrementado el uso de agroquímicos como el glifosato, generando desafíos ambientales y de salud pública. Este estudio busca sintetizar nanopartículas magnéticas para optimizar el proceso Foto-Fenton en la eliminación de glifosato en aguas contaminadas. Se emplearon dos técnicas: coprecipitación, que demostró mayor reactividad y facilidad de separación en medios acuosos, y óxido-reducción. La investigación incluyó un reactor a escala piloto, ajustando parámetros como pH, tiempo y concentración de magnetita, con radiación UV constante. La eficiencia del proceso se evaluó midiendo la diferencia entre las concentraciones iniciales y remanentes del glifosato. Se utilizó una lámpara sumergible y un diseño resistente a la corrosión. Los resultados preliminares destacan la viabilidad económica y sustentable de la coprecipitación para mejorar la recuperación del catalizador, posicionando este método como una alternativa prometedora para mitigar la contaminación por agroquímicos en fuentes hídricas.

*Palabras clave: Foto degradación**;** C**ompuestos organofosforados**; V**ertimientos agrícolas**; **agroquímicos**; **glifosato**.*

Abstract: In 2024, the agro-industrial boom in Colombia has increased the use of agrochemicals such as glyphosate, generating environmental and public health challenges. This study seeks to synthesize magnetic nanoparticles to optimize the Photo-Fenton process in the removal of glyphosate from contaminated water. Two techniques were employed: coprecipitation, which demonstrated greater reactivity and ease of separation in aqueous media, and oxide-reduction. The research included a pilot-scale reactor, adjusting parameters such as pH, time, and magnetite concentration, with constant UV radiation. The efficiency of the process was evaluated by measuring the difference between the initial and remaining concentrations of glyphosate. A submersible lamp and a corrosion resistant design were used. Preliminary results highlight the economic and sustainable feasibility of co-precipitation to improve catalyst recovery, positioning this method as a promising alternative to mitigate agrochemical contamination in water sources.

Palabras clave: *Agrochemicals; agricultural discharges; glyphosate; photo degradation; organophosphorus compounds.*

Desarrollo del resumen

En Colombia, la agroindustria ha aumentado significativamente sus exportaciones en 2024, especialmente en productos como café, flores, banano y azúcar (Manuel Suárez, 2024). Este crecimiento en la producción agrícola ha impulsado una mayor demanda de agroquímicos, particularmente glifosato, para proteger los cultivos y maximizar los rendimientos (Valbuena et al., 2021). Sin embargo, el uso intensivo de estos productos conlleva importantes desafíos en términos de salud pública y sostenibilidad ambiental (Polanco-

López-de-Mesa et al., 2019). Se han reportado casos de contaminación de fuentes hídricas debido a plaguicidas como glifosato (Glyph), clorpirifos y metrifonato, así como insecticidas como cibermetrina (Flor Á. Tobón-Marulanda et al., 2010). Además, aunque los registros son limitados, varios estudios han encontrado efectos adversos en la salud de las comunidades campesinas (Morante et al., n.d.). Por tanto, es esencial desarrollar y adoptar métodos más seguros y eficientes para el manejo de agroquímicos, como la optimización de técnicas avanzadas de tratamiento de contaminantes, incluyendo el proceso Foto-Fenton y el uso de nanopartículas de magnetita, con el fin de minimizar estos impactos negativos.

En este contexto, el objetivo de esta investigación es sintetizar nanopartículas magnéticas para la optimización del proceso foto-fenton para la remoción de Glyph en soluciones acuosas. La ejecución del estudio consistió en tres fases, integradas por la síntesis de nanopartículas de magnetita mediante dos técnicas: coprecipitación donde se prepararon tres soluciones de 25 ml de cada uno de los reactivos: $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ a 0.3 M, KNO_3 a una concentración de 0.49 M y KOH a 1.25 M (Karely Chamé Fernández et al., 2013) y óxido-reducción a una concentración 1M en 25 ml de cada uno de los reactivos FeSO4, $FeCl_2$, NaOH (Soulé et al., 2021). La segunda fase evalúa la eficiencia de estas nanopartículas en la remoción del Glyph mediante foto-fenton, utilizando un reactor a escala piloto donde se ajustarán parámetros como el pH, el tiempo y la concentración de la magnetita, se tendrán constantes la intensidad de la radiación UV y T°. Se tomarán muestras a intervalos regulares para medir las concentraciones de Glyph remanentes (Cr), y se compararán frente a las concentraciones iniciales (Ci) para determinar la eficiencia del tratamiento y establecer las condiciones óptimas. Para la cuantificación del Glyph se realizará mediante curva de calibración derivatizando el compuesto usando soluciones de ninhidrina y molibdato de sodio (Angélica et al., n.d.). La eficiencia se calculará por diferencia entre la Ci y Cr. Los resultados parciales de la investigación indican que ambas técnicas, tienen un gran potencial para producir catalizadores eficaces, sin embargo, la técnica de coprecipitación mostró una mayor reactividad en fases acuosas, lo que facilita la separación del catalizador del medio de reacción. Esto podría resultar en un proceso Foto-Fenton más económico y sustentable, mejorando el manejo y recuperación del catalizador. Como resultado de la segunda fase del proyecto es la construcción de un reactor a escala laboratorio destinado a un volumen de un litro, que incorpora una lámpara sumergible de 13W y opera con un voltaje de entre 110 y 120V, con un volumen de 75,4 cm^3. El reactor, fabricado en acero inoxidable, incluye una válvula de salida y una bomba de recirculación. Este diseño asegura alta resistencia a la corrosión y permite un control preciso de los parámetros operativos, garantizando la eficacia del proceso Foto-Fenton en la remoción de agroquímicos en aguas contaminadas.

Bibliografía

Angélica, M., Bayona, Á., Jesús, R., Amaya, G., & Torrado, A. M. (n.d.). *Presencia de herbicidas (glifosato) en el agua su-**perficial** y potable del Río Algodonal Ocaña Norte de Santander*.

Flor Á. Tobón-Marulanda, Luís A. López-Giraldo, & Ramón E.Paniagua-Suárez. (2010). *Water pollution caused by pesticides in an area of Antioquia*.

Karely Chamé Fernández, Elder de la Rosa Cruz, & Pedro Salas Castillo. (2013). *Síntesis y Caracterización de Nanopartículas Magnéticas*. Centro de Investigaciones en óptica, A.C.

Manuel Suárez. (2024). *Informe sectorial - Agroindustria*.

Morante, C. G., Luis, J., & Negrete, M. (n.d.). *Agricultural Practices and Risks **To** Health From The Use Of Pesticides In Agricultural Subregion **Mojana**-Colombia.* https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/2098/2376

Polanco-López-de-Mesa, Y., Hernández-Carmona, D., Escobar-Pérez, M. L., Aguirre-Acevedo, D. C., & Parra-Hernández, Á. (2019). Measurement of erythrocyte cholinesterase levels in farmers who use pesticides and agroecology practitioners from San Cristóbal, Medellín, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, *37*(3), 25–33. https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v37n3a04

Valbuena, D., Cely-Santos, M., & Obregón, D. (2021). Agrochemical pesticide production, trade, and hazard: Narrowing the information gap in Colombia. *Journal of Environmental Management*, *286*. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112141

Soulé, M. E. Z., Barraqué, F., Morantes, C. F., Flores, F. M., Fernández, M. A., Sánchez, R. M. T., & Montes, M. L. (2021). Magnetic nanocomposite based on montmorillonite, Fe oxides, and hydrothermal carbon: Synthesis, characterization, and pollutants adsorption tests. Materialia, 15, 100973. https://doi.org/10.1016/J.MTLA.2020.100973