



Bioremovición de Doxíciclina en medio acuoso mediante la encapsulación de la microalga *Chlorella vulgaris*: una comparación con microalgas libres y encapsuladas

Bioremoval of Doxycycline in aqueous media by encapsulation of the microalga *Chlorella vulgaris*: a comparison with free and encapsulated microalgae

Angie Celeste PEÑA MENESES¹; María Camila ROSERO HOYOS¹; Jennifer Vanessa GONZALEZ HURTADO¹; Fernando José HERNÁNDEZ BLANCO ^{1*}

¹ Química de Compuestos Bioactivos, Departamento de Química, Universidad del Cauca. *
fjhernandez@unicauca.edu.co

Presentación Poster 15

ABSTRACT

In recent years, so-called emerging pollutants, compounds of diverse origin and chemical nature, have attracted significant interest due to the fact that their presence and environmental impact have not been thoroughly studied. They are characterized by being present in surface waters at low concentrations and can pose a risk to human health and the environment. This group of pollutants is not yet regulated or controlled ^[1]. Among the strategies for their removal, biodegradation and/or bioremoval have gained relevance; the former refers to the transformation and decomposition of pollutants by the action of microorganisms, while the latter encompasses mechanisms such as biosorption and bioaccumulation, in addition to biological degradation ^[2].

In this regard, the research group, within its line of work "Evaluación y Remediación de Contaminantes (Nanomateriales y Biorremediación)," has identified the use of microalgae as a promising strategy for the removal of these compounds. Previous studies have demonstrated the ability of the freshwater microalgae strain *Chlorella vulgaris* to bioremove pharmaceutical products such as loratadine and diclofenac, with percentages of 96% and 98% in free algae after 5 hours of exposure, assessed based on the remaining concentration of the contaminant in the liquid medium. This motivates the exploration of its potential for other contaminants. Since the use of free microalgae in removal processes with real samples makes their subsequent separation from the medium difficult, an environmentally friendly encapsulation process for *Chlorella vulgaris* using sodium alginate and calcium chloride was studied, to develop a system that facilitates their incorporation into and subsequent extraction from the medium. Removal percentages close to 80% and 90% were achieved for the same pharmaceutical products, demonstrating the efficacy of this approach, facilitating the handling and recovery of algal biomass.

This work continues the study of emerging contaminants, focusing on the removal of doxycycline by *Chlorella vulgaris*. In addition, a new encapsulation method using sodium polyacrylate, a superabsorbent polymer, was



evaluated to analyze its impact on process efficiency. Three conditions were compared: free-living microalgae, microalgae encapsulated in sodium alginate, and microalgae encapsulated in a combined matrix of sodium alginate and sodium polyacrylate. The results showed removal percentages of 70–75% for free-living microalgae, 60–65% for alginate-encapsulated microalgae, and 75–80% for the combined matrix.

Key words: Emerging contaminants; Degradation; Bioremoval; Microalgae; *Chlorella vulgaris*; Encapsulation

RESUMEN

En los últimos años, los denominados contaminantes emergentes, que se establecen como compuestos de diverso origen y naturaleza química han despertado un notable interés, debido a que su presencia y consecuencia en el medio ambiente no han sido completamente estudiadas; se caracterizan por encontrarse presentes en aguas superficiales en bajas concentraciones y pueden representar un riesgo para la salud humana y el medio ambiente, este grupo de contaminantes no se encuentran aún regulados, o están siendo sometidos a un proceso de control ^[1]. Dentro de las estrategias para su eliminación, la biodegradación y/o bioremovoción han cobrado relevancia; la primera se refiere a la transformación y descomposición de contaminantes por acción de microorganismos, mientras que la segunda abarca mecanismos como bioadsorción y bioacumulación, además de la degradación biológica ^[2].

En este orden de ideas, el grupo de investigación, dentro de su línea “Evaluación de Contaminantes y Remediación (Nanomateriales y Biorremediación)”, ha identificado el uso de microalgas como una estrategia prometedora para la remoción de estos compuestos. Estudios previos han mostrado la capacidad de la cepa de microalga de agua dulce *Chlorella vulgaris* para bioremovaler fármacos como: loratadina y diclofenaco, con porcentajes de 96% y 98% en algas libres tras 5 horas de exposición, evaluada a partir de la concentración remanente del contaminante en el medio líquido, lo que motiva la exploración de su potencial para otros contaminantes.

Dado que el uso de microalgas libres en procesos de remoción con muestras reales dificulta su posterior separación del medio, se estudió un proceso verde de encapsulación de *Chlorella vulgaris* empleando alginato de sodio y cloruro de calcio, con el objetivo de desarrollar un sistema de fácil incorporación y posterior extracción del medio; se lograron porcentajes de remoción cercana al 80% y 90% para los mismos fármacos, demostrando la eficacia de este enfoque, facilitando la manipulación y recuperación de la biomasa algal.

Este trabajo da continuidad al estudio sobre contaminantes emergentes, enfocándose en la remoción de doxiciclina por *Chlorella vulgaris*, además, se evaluó un nuevo método de encapsulación utilizando poliacrilato de sodio, un polímero superabsorbente, con el fin de analizar su impacto en la eficiencia del proceso. Se compararon tres condiciones: microalgas libres, encapsuladas en alginato de sodio y encapsuladas en una matriz combinada de alginato de sodio y poliacrilato de sodio, los resultados mostraron porcentajes de remoción de 70-75 % en microalgas libres, 60-65 % en las encapsuladas con alginato y 75-80 % en la matriz combinada.

Palabras clave:



REVISTA PRODUCTOS NATURALES

ISSN 1916-2413



Vol. 6 Núm. 1 (2025): I Congreso Colombiano de Productos Naturales

Disponible en línea en

<https://www.nozomiscience.org/index.php/rpn/issue/view/587>

doi: <https://doi.org/10.3407/rpn.v6i1pp15>



Contaminantes emergentes; Biodegradación; Bioremediación; Microalgas; *Chlorella vulgaris*; Encapsulación.

Agradecimientos/Acknowledgements

A la Universidad del Cauca, al Departamento de Química y al grupo de investigación en Química de Compuestos Bioactivos (QCB).

Referencias/References

- [1] DAS, S., *et al.* Emerging Contaminants in the Aquatic Environment: Fate, Occurrence, Impacts, and Toxicity. *Bioremediation of Emerging Contaminants in Water. Volume 1*. American Chemical Society, (2024). p. 1-32. [[DOI](#)]
- [2] AMARAL, E. T., *et al.* (2023). Removal of Organic Contaminants in Water Bodies or Wastewater by Microalgae of the Genus *Chlorella*: A Review. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering* 8: 100476. [[DOI](#)]