

---

# Evaluación de la concentración de nitratos y fosfatos por *Chlorella vulgaris* en aguas superficiales en el tramo Salguero del río Cesar

María Isabel Téllez Luna<sup>1</sup>  
Jean Carlos Ospino Jiménez<sup>2</sup>

## Resumen

Los sistemas biológicos como las algas son implementados como herramientas de biorremediación en fuentes de agua con altas concentraciones de nitratos y fosfatos. Desde una perspectiva económica, el tratamiento de agua mediante microalgas es una opción rentable, renovable y fácil de fabricar para la eliminación de contaminantes en los efluentes. Por lo tanto, el objetivo principal de este artículo es evaluar la eliminación de nitratos y fosfatos de las aguas postratamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Valledupar-Cesar con la utilización de *Chlorella vulgaris*. Se medirán los niveles iniciales de nitratos y fosfatos en el agua tratada, se evaluará la producción de biomasa y se cuantificará la eliminación de nitratos y fosfatos. Se espera que la utilización de microalgas sea una alternativa efectiva para la eliminación de nitratos y fosfatos en los efluentes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

## Introducción

Los microcontaminantes de aguas residuales han tenido un impacto ecotoxicológico y han derivado en efectos adversos sobre la salud humana, por lo que se han convertido en una preocupación ambiental que afecta principalmente a los países más pobres (Yepe, 2008). En América Latina, el mayor problema radica en la calidad y la distribución del agua: para el 2025, la disponibilidad del recurso hídrico empezará a disminuir, lo que implica una situación de estrés consecuencia del acelerado crecimiento poblacional, así como del uso inapropiado del consumo de los recursos naturales (Malvezzi, 2006).

Colombia tiene un potencial hídrico seis veces mayor que la oferta hídrica específica promedio mundial (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [de aquí en adelante IDEAM], 2010). Sin embargo, a pesar de contar con un gran excedente, el problema está en la calidad de este recurso. Debido a la contaminación generada por la población urbana, el sector agrícola, los vertimientos industriales (Guhl, 2006), la deforestación, la erosión, la pérdida de la capacidad de retención y la regulación en los suelos de laderas y piedemonte (Marín, 2003), se trata de un

recurso cada vez de peor calidad. “Se estima que anualmente se vierten 117.000 toneladas de nitrógeno total y 29.400 toneladas de fósforo a los sistemas hídricos, situación que afecta negativamente la riqueza hídrica del país” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [de aquí en adelante MADS], 2016, p. 69). Estas actividades están estrechamente asociadas con procesos de manufacturas, disposición de aguas residuales industriales, entre otros (Bolan et al, 2014; Wu et al, 2010).

En virtud de lo anterior, en el departamento del Cesar se encuentra el río Cesar, que actualmente presenta una alteración de la calidad de sus aguas debido al vertimiento de las aguas postratamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de la ciudad de Valledupar. La cuenca del Río Cesar no cuenta con un plan de ordenamiento del uso y explotación sostenible, Y se encuentra con un índice superior de capacidad de carga del sistema debido al vertimiento de aguas residuales domésticas, agroindustriales, e industriales. Estas aguas tienen una alta carga de nitratos y fosfatos inorgánicos que son responsables por la eutrofización que a su vez es la causa de la excesiva proliferación de algas y macrófitas que limita el crecimiento de los invertebrados y los

peces. Disminuye así la biodiversidad animal del río (Grupo de investigación de Biodiversidad del Caribe Colombiano, 2013).

Por lo tanto, el principal objetivo de la presente investigación es evaluar la remoción de nitratos y fosfatos en aguas postratamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad de Valledupar-Cesar con el empleo de cepas de microalgas de *Chlorella vulgaris*

## Material y métodos

Materiales Biológicos: *Chlorella vulgaris*

Físicos: Fotobiorreactores, blowers, mangueras, soportes de hierro, agitador magnético, balanza electrónica de cinco cifras significativas, frasco ámbar de laboratorio, espectrofotómetro de UV-Visible, membrana de filtración mezcla de ésteres de celulosa (MCE) blanca cuadrícula negra, estéril Ø 47 mm; 0.45 µm, test de nitratos y fosfatos fotométrico, fitotrón, microcentrífuga, centrifuga.

## Métodos y procedimientos

Caracterización de los parámetros iniciales de nitratos y fosfatos en aguas postratamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad de Valledupar-Cesar: se toma una mues-

tra de agua postratamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del río Cesar, luego se filtra por medio de una membrana de celulosa blanca cuadrícula negra estéril Ø 47 mm; 0.45 µm, se aplica el método fotométrico, DMP 0,10 - 25,0 mg/l NO<sub>3</sub>-N 0,4 - 110,7 mg/l NO<sub>3</sub>- Spectroquant® y método fotométrico 0,5-30,0 mg/L (PO<sub>4</sub>-P), 1,5-92,0 mg/L (PO<sub>4</sub>-), 1,1-68,7 mg/L (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), Spectroquant®

Producción y cuantificación de biomasa en microalgas cultivadas: el cultivo se somete a centrifugación (4000 rpm) durante 10 minutos a una temperatura de 4°C, luego se desecha el sobrenadante y la biomasa se lava con agua destilada repitiendo este procedimiento dos veces. Para eliminar la humedad se realiza liofilización. La biomasa seca se coloca en tubos (falcón), y se preservan a una temperatura de -4 °C. La biomasa generada por las dos cepas de microalgas se cuantificará por el método de peso seco; se utiliza una balanza de humedad y un sistema de filtración con membrana celulosas de 0.45µm y 47µm de diámetro (Arredondo y Voltolina, 2007).

Cuantificación de nitratos y fosfatos por acción de microalgas cultivadas: se toma una muestra de agua contaminada de nitratos y fosfatos tratada por acción

de las microalgas cultivadas y se aplica el método fotométrico, DMP 0,10 - 25,0 mg/l NO<sub>3</sub>-N 0,4 - 110,7 mg/l NO<sub>3</sub>-Spectroquant® y método fotométrico 0,5-30,0 mg/L (PO4-P), 1,5-92,0 mg/L (PO43-), 1,1-68,7 mg/L (P2O5), Spectroquant®

### Análisis estadístico

Se realizará un análisis de varianza (ANOVA) y comparación múltiple de medias.

### Resultados y discusión

Al realizar la caracterización de los parámetros iniciales de nitratos y fosfa-

tos en aguas postratamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad de Valledupar-Cesar, se encontró que, en época seca, la concentración de nitratos totales fue de 2,4 ppm y de fosfatos totales de 2,8 ppm; en época lluviosa, la concentración de nitratos totales fue de 2 ppm y de fosfatos totales de 2,3 ppm. Al comparar estos resultados con los límites de nitratos y fosfatos totales de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) y con el programa de ciencia ciudadana FreshWater Watch (FWW), la calidad de agua superficiales del río Cesar es baja.

| Normas de la EPA | EPA NO <sub>3</sub> -N límite mg/l | Categorías relevantes de FWW NO <sub>3</sub> -N mg/l | Valores de punto medio de las categorías de nitrato FWW | Límite EPA P mg/l | Relevantes FWW PO <sub>4</sub> -P categorías mg/l | Valores de punto medio de las categorías de fosfato FWW |
|------------------|------------------------------------|--|---|-------------------|---|---|
| Alta calidad     | <0.9                               | 0-0,2<br>0,2-0,5<br>0,5-1,0                          | 0,1<br>0,35<br>0,75                                     | <0.025            | 0-0.02  | 0.01  |
| Buena calidad    | <1.8                               | 1-2  | 1.5   | <0.035            | 0,02-0,05   | 0.035   |
| Baja calidad     | >1.8                               | 2-5<br>5-10  | 3,5<br>7,5  | >0.035            | 0,05-0,1<br>0,1-0,2<br>0,2-0,5<br>0,5-1           | 0,075<br>0,15<br>0,35<br>0,75                           |

Tabla 1.

Límites de nitrato y fosfato de la EPA para la calidad del agua y categorías de parámetros FWW Fuente: tomado de Hegarty et al. (2021, p. 4).

## Conclusión

En el tramo salguero, las aguas post-tratamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Valledupar-Cesar presenta contaminación por nitratos y fosfatos totales de acuerdo con las normativas internacionales.

## Referencias

- Arredondo, B. y Voltolina, D. (2007). *Métodos y herramientas analíticas en la evaluación de la biomasa microalgal*. Centro de investigaciones biológicas
- Bolan, N., Kunhikrishnan, A., Thangarajan, R., Kumpiene, J., Park, J., Makino, T., ... y Scheckel, K. (2014). Remediation of heavy metal (loid) s contaminated soils—to mobilize or to immobilize? *Journal of hazardous materials*, 266, 141-166.
- Guhl, E. (2006). *Peligros y soluciones a la escasez y contaminación creciente del agua*. El tiempo.
- Grupo de investigación en Biodiversidad del Caribe Colombiano (2013). *Plan de ordenamiento del recurso hídrico del río Cesar diagnóstico final*. Universidad del Atlántico.
- Hegarty, S., Hayes, A., Regan, F., Bishop, I., & Clinton, R. (2021). Using citizen science to understand river water quality while filling data gaps to meet United Nations Sustainable Development Goal 6 objectives. *Science of The Total Environment*, 783, 146953.
- IDEAM. 2010. *Estudio nacional del agua 2010*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Malvezzi, R. (2006). *La cuestión del agua en América Latina*. Bol Press. <http://www.bolpress.com>
- Marín, R. (2003). *Colombia: potencia hídrica*.
- MADS. (2016). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos*. MADS. [http://www.humboldt.org.co/images/pdf/PNGIBSE\\_esp%C3%B1ol\\_web.pdf](http://www.humboldt.org.co/images/pdf/PNGIBSE_esp%C3%B1ol_web.pdf)
- Yepe, M. (2008). *El derecho humano al agua*. Ecoportal. <http://www.ecoportal.net/content/view/full/75376>
- Wu, G., Kang, H., Zhang, X., Shao, H., Chu, L., & Ruan, C. (2010). A critical review on the bio-removal of hazardous heavy metals from contaminated soils: issues, progress, eco-environmental concerns and opportunities. *Journal of hazardous materials*, 174(1-3), 1-8.