

## Evaluación de la salud del ecosistema manglar de Bunche mediante el uso de bacterias halófilas como bioindicadores

*Evaluation of the health of the Bunche mangrove ecosystem using halophilic bacteria as bioindicators*

**Azucena Chanatasig<sup>1</sup>, Felipe Cerrera<sup>2</sup>, Ana Bravo<sup>3</sup>**

*1 Universidad Regional Amazónica Ikiam.* <https://orcid.org/0009-0002-8491-4987>

*2 Universidad Regional Amazónica Ikiam.* <https://orcid.org/0000-0002-7514-8945>

*3 Universidad Regional Amazónica Ikiam.* <https://orcid.org/0009-0006-9049-2206>

**Autor de correspondencia:** [azucena.chanatasig@est.ikiam.edu.ec](mailto:azucena.chanatasig@est.ikiam.edu.ec)

DOI: <https://doi.org/10.63804/CIBEN.25.bbfs.e2>

### Resumen

Los manglares son ecosistemas costeros altamente productivos cuya comunidad microbiana está influenciada por factores ambientales y antropogénicos. En la provincia de Esmeraldas, particularmente en la comunidad de Bunche, la actividad camaronera y la descarga de aguas residuales sin tratamiento han modificado la biodiversidad de los sedimentos. El objetivo general de este estudio fue evaluar la salud del ecosistema de manglar mediante la caracterización fenotípica y genotípica de bacterias halófilas cultivables, con énfasis en su potencial como bioindicadores ambientales. Se recolectaron muestras de sedimento en cuatro puntos de muestreo, se midieron parámetros fisicoquímicos y se aislaron bacterias en medios con distintas concentraciones de NaCl. Las cepas se caracterizaron morfológicamente, se realizó tinción de Gram y secuenciación del gen 16S rARN. Los resultados preliminares sugirieron la presencia de bacterias con alta tolerancia a la salinidad y potencial de resistencia frente al metabisulfito de sodio. Se concluyó que estas comunidades bacterianas constituyen una herramienta valiosa para evaluar la calidad ambiental del manglar y pueden emplearse como bioindicadores de salinidad y contaminación.

Palabras clave: Biodiversidad; Bioindicadores; Halófilos; Manglar.

## **Abstract**

Mangroves are highly productive coastal ecosystems whose microbial communities are influenced by environmental and anthropogenic factors. In the province of Esmeraldas, particularly in the community of Bunche, shrimp farming activities and the discharge of untreated wastewater have altered the biodiversity of sediments. The main objective of this study was to assess the health of the mangrove ecosystem through the phenotypic and genotypic characterization of cultivable halophilic bacteria, with an emphasis on their potential as environmental bioindicators. Sediment samples were collected from four sampling sites, physicochemical parameters were measured, and bacteria were isolated using media with different NaCl concentrations. The strains were morphologically characterized, Gram-stained, and subjected to 16S rRNA gene sequencing. Preliminary results suggested the presence of bacteria with high salinity tolerance and potential resistance to sodium metabisulfite. It was concluded that these bacterial communities represent a valuable tool for assessing the environmental quality of mangroves and can be used as bioindicators of salinity and pollution.

Keywords: Biodiversity; Bioindicators; Halophiles; Mangrove.

## **Introducción**

Los manglares se reconocen como ecosistemas estratégicos debido a su capacidad de proteger la línea costera, sostener redes tróficas y servir de refugio a numerosas especies. A nivel microbiano, constituyen reservorios de alta diversidad adaptada a condiciones extremas de salinidad, anaerobiosis y variación de nutrientes. En Ecuador, la superficie de manglar alcanza más de 160.000 hectáreas, distribuidas principalmente en estuarios de la costa norte y centro. Sin embargo, en localidades como Bunche (Esmeraldas), la presión antrópica derivada de la agricultura y la acuicultura, particularmente las descargas de camaroneras con metabisulfito de sodio (MBS), amenaza el equilibrio del ecosistema.

Aunque estudios previos han descrito la biodiversidad vegetal y faunística, existe escasa información sobre la caracterización microbiana de los manglares en esta región. De manera específica, no se han reportado investigaciones sobre bacterias halófilas y su capacidad de actuar como bioindicadores de salinidad y contaminación.

Este estudio respondió a las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son las bacterias cultivables halófilas presentes en los manglares de Bunche?

- ¿Qué potencial presentan como bioindicadores ambientales?

La hipótesis de trabajo planteó que las bacterias halófilas asociadas al manglar poseen un alto potencial biotecnológico como bioindicadores, debido a su resistencia a condiciones extremas y a contaminantes derivados de actividades humanas.

La investigación se justificó en la necesidad de llenar el vacío de conocimiento sobre la microbiota del manglar de Bunche, aportando bases para futuros proyectos de biotecnología ambiental y conservación.

## **Metodología**

El estudio se desarrolló en tres etapas experimentales. En la primera, se recolectaron muestras de sedimento en cuatro puntos de muestreo: zona en regeneración, cercanía al poblado, descarga de camaronera y un punto control en la Isla Júpiter. Se utilizaron barrenos para obtener submuestras y formar una muestra compuesta, transportada en condiciones estériles al laboratorio.

A su vez, se midieron parámetros fisicoquímicos (pH, salinidad, conductividad, oxígeno disuelto y temperatura) siguiendo protocolos estandarizados.

Para el aislamiento bacteriano, se emplearon medios de cultivo con NaCl al 0,3 M, 2M y 4M. Se realizaron diluciones seriadas y siembra por extensión en placa, con incubación a 28 °C durante 24–48 horas. Las colonias obtenidas se aislaron por estriado y realizó la caracterización fenotípica por tinción Gram y microscopía, se verificó su morfología colonial, motilidad y pruebas bioquímicas (catalasa).

La identificación molecular se realizó mediante amplificación del gen 16S rARN usando los cebadores universales 27F y 1492R. Los productos de PCR se visualizaron en gel de agarosa y se enviaron a secuenciación Sanger. Posteriormente, se compararon las secuencias con bases de datos GenBank mediante BLASTN.

Finalmente, se evaluó la respuesta de las cepas aisladas a concentraciones de MBS equivalentes a las descargas de camaroneras locales, documentando su tolerancia y comportamiento.

## **Resultados y discusión**

Las mediciones fisicoquímicas mostraron variaciones notables entre los puntos de muestreo. La zona cercana a descargas de camaroneras presentó menor oxígeno disuelto y pH más

ácido, en contraste con el sitio control. Estas condiciones sugirieron un impacto directo de efluentes sobre la calidad ambiental del manglar.

El aislamiento bacteriano reveló una diversidad de colonias con diferentes morfologías, predominando bacilos Gram negativos en medios con salinidades altas. La presencia de bacterias halófilas tanto moderadas como extremas indicó una adaptación a gradientes salinos variables.

Las secuencias de 16S rARN mostraron similitudes con géneros halófilos reportados en estudios previos de manglares de Asia y América (ej. *Halomonas*, *Marinobacter*, *Bacillus*). Estas bacterias han sido reconocidas por su capacidad de tolerar ambientes contaminados y de producir enzimas halotolerantes de interés biotecnológico.

Respecto al ensayo con MBS, algunas cepas demostraron resistencia y crecimiento bajo condiciones de estrés químico, lo cual sugiere su potencial como bioindicadores de contaminación por acuicultura. Comparado con investigaciones previas (Rubiano-Labrador et al., 2019; Ventosa et al., 2006), los resultados confirmaron que las bacterias halófilas pueden utilizarse para monitorear perturbaciones antrópicas en ecosistemas costeros.

## **Conclusiones**

El estudio permitió identificar y caracterizar bacterias halófilas cultivables en los manglares de Bunche, evidenciando su diversidad y tolerancia a distintos gradientes de salinidad. Las condiciones fisicoquímicas confirmaron la influencia negativa de descargas de camaroneras, reflejada en una disminución del oxígeno disuelto y aumento de acidez.

Los resultados moleculares y fenotípicos señalaron la presencia de géneros con relevancia biotecnológica y capacidad de resistencia frente al MBS, lo que valida su uso potencial como bioindicadores ambientales.

Este trabajo aportó las bases para un inventario microbiano del manglar de Bunche, destacando la importancia de integrar estudios de microbiología en la gestión de ecosistemas costeros. Se recomienda ampliar la investigación hacia análisis metagenómicos para explorar los microorganismos no cultivables y aplicar programas de tratamiento de aguas previo a las descargas.

## Referencias bibliográficas

Javid, P., Zadabbas Shahabadi, H., Amirkhani, H., Amrollahi, N. y Ranjbar, MS (2020). Aislamiento e identificación de bacterias halófilas y halotolerantes en los sedimentos del manglar de la isla de Qeshm: Filogenia de la comunidad bacteriana de los sedimentos del manglar. *Avances en Oceanografía y Limnología*, 11 (1). <https://doi.org/10.4081/aiol.2020.8743>

Rubiano-Labrador, C., Díaz-Cárdenas, C., López, G., Gómez, J., & Baena, S. (2019). Colombian Andean thermal springs: reservoir of thermophilic anaerobic bacteria producing hydrolytic enzymes. *Extremophiles*, 23(6), 793–808. <https://doi.org/10.1007/s00792-019-01132-5>

Ventosa, A. (2006). Microorganismos inusuales de hábitats inusuales: ambientes hipersalinos. En *Simposios de la Sociedad de Microbiología General* (Vol. 66, p. 223). Cambridge; Cambridge University Press; 1999.

Xu, J., Zheng, Z., Liu, J., Yuan, Z., Wen, D., Wu, S., & Feng, C. (2009). Biodiversity of endophytic bacteria associated with mangrove plants in Fujian coast, China. *Annals of Microbiology*, 59(1), 43-50. <https://doi.org/10.1007/BF03175600>