

Bacterias: aliadas en la ecología y la biorremediación

Luis Ramón **Benítez-Colio**
Carmen Cristina **Osuna-Martínez**

A lo largo del tiempo, las bacterias han sido objeto de debate respecto a si son dañinas (patógenas) o si, por el contrario, proporcionan beneficios y desempeñan un papel imprescindible en los sistemas ecológicos. Dentro de los ecosistemas, existen diversos mecanismos biológicos, bioquímicos y metabólicos estrechamente relacionados con la presencia de bacterias responsables de llevar a cabo dichos procesos y sostener la vida en nuestro planeta (Montaño-Arias *et al.*, 2010).

Uno de los principales retos actuales es encontrar soluciones o alternativas para mitigar el deterioro de los ecosistemas. Comprender el comportamiento de las comunidades bacterianas permitirá aplicar estos conocimientos en estrategias de biorremediación en zonas impactadas por contaminantes.

LOS MICROORGANISMOS EN LOS ECOSISTEMAS

La presencia de microorganismos en el medio ambiente es esencial para mantener la estructura, funcionalidad y beneficios ecológicos. Sin embargo, muchas poblaciones bacterianas han sido afectadas por el cambio climático y las actividades humanas. Las bacterias están presentes incluso en los entornos más inhóspitos del planeta, aunque no siempre sean perceptibles.



© Rafael Pareja. De la serie *Metro New York*, 2023.

Estos microorganismos pueden habitar diversos hábitats y adaptarse a condiciones ambientales extremas, colonizando desde zonas polares hasta ambientes altamente contaminados. Además, pueden establecer relaciones simbióticas con otros organismos y desarrollar mecanismos de defensa que las hacen altamente resistentes (CSIC, 2023).

Los microorganismos se dividen en dos grandes grupos: procariontes (bacterias y arqueas) y eucaziontes (hongos, algas y protozoarios). La biología molecular ha revelado la existencia de miles de millones de especies bacterianas, lo que indica que nuestro planeta ha estado poblado por estos organismos desde el origen de la vida. Se ha sugerido que las bacterias presentan una diversidad mucho mayor que los macroorganismos debido a su capacidad de adaptación, historia evolutiva y estrategias de supervivencia (Montaño-Arias *et al.*, 2010).

Otro aspecto clave es su participación en procesos ecológicos fundamentales, como los ciclos biogeoquímicos, indispensables para el mantenimiento

de la vida. Por ello, es crucial comprender las redes funcionales de los microorganismos y su interacción con los ecosistemas.

FUNCIONES DE LAS BACTERIAS EN EL SUELO

Los suelos cumplen funciones esenciales en los ecosistemas, como el almacenamiento de carbono, el soporte para el crecimiento vegetal y el reciclaje de nutrientes. Estos servicios son desempeñados principalmente por microorganismos del suelo, particular las bacterias. Algunos estudios indican que las bacterias representan hasta el 90 % de la biomasa total del suelo, convirtiéndolas en el grupo microbiano dominante. Entre sus funciones destacan: el reciclaje del carbono a partir de materia vegetal, la simbiosis con otros microorganismos y el equilibrio de los ciclos de nutrientes mediante procesos biológicos y bioquímicos. Además, las bacterias pueden promover el desarrollo de otros microorganismos esenciales para la estabilidad del ecosistema y producir sustancias que inhiben el crecimiento de patógenos (Wang *et al.*, 2024).



© Rafael Pareja. De la serie *Metro New York*, 2023.



© Rafael Pareja. De la serie *Metro New York*, 2013.

LA FUNCIÓN DE LAS BACTERIAS EN LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

La relación entre la presencia de bacterias en el agua y los factores ambientales permite evaluar el estado de salud de los ecosistemas acuáticos. En estos ambientes, las bacterias desempeñan un papel crucial en la degradación de materia orgánica y la autodepuración de los cuerpos de agua.

También son clave en el ciclo de elementos como carbono, nitrógeno, fósforo y azufre, contribuyendo al balance ecológico y energético de los sistemas acuáticos (Zhang *et al.*, 2023).

PATÓGENOS E INDICADORES DE CONTAMINACIÓN

Las bacterias han desarrollado mecanismos de resistencia ante factores ambientales, lo que les permite proliferar incluso en ecosistemas contaminados. Comprender los ciclos de infección y virulencia de bacterias patógenas puede ayudar a mitigar sus efectos en humanos y otros organismos. Las bacterias pueden ingresar a los ecosistemas acuáticos y terrestres debido a actividades humanas, desarrollando resistencia y propagándose a través de aguas superficiales, infiltración y escurrimientos. Se han detectado bacterias patógenas en distintos cuerpos de agua y suelos, lo que representa un riesgo sanitario significativo (Kapetanović *et al.*, 2024).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), alrededor de dos millones de personas consumen agua contaminada con patógenos, causando la muerte

de medio millón de personas por enfermedades gastrointestinales anualmente (WHO, 2023).

PERSPECTIVA ACTUAL DE LA BIORREMEDIACIÓN

Desde la Revolución Industrial, el ser humano ha buscado soluciones para mitigar el impacto ambiental de la contaminación. Una alternativa sostenible es la biorremediación, que emplea bacterias para la eliminación de contaminantes. Las bacterias biominerizadoras pueden transformar compuestos tóxicos en sustancias asimilables por otros organismos, favoreciendo la descontaminación de suelos y aguas. Su capacidad de colonizar ambientes altamente contaminados y tolerar concentraciones elevadas de polutantes, las convierte en herramientas clave para la recuperación ecológica (Ayilara & Babalola, 2023).

CONCLUSIÓN

Comprender la función e interacciones de las bacterias es esencial para la conservación ambiental y la supervivencia de los seres vivos. Además de participar en el ciclo de nutrientes, estos microorganismos contribuyen a la remediación de ambientes contaminados y compiten con patógenos, favoreciendo la estabilidad ecológica. Es prioritario continuar investigando sobre las relaciones bacteria-ambiente y fomentar el uso de estrategias de biorremediación para enfrentar los problemas ambientales actuales de manera eficiente.



© Rafael Pareja. De la serie *Metro New York*, 2013.

R E F E R E N C I A S

Ayilara MS and Babalola OO (2023). Bioremediation of environmental wastes: the role of microorganisms. *Frontiers in Agronomy* 5:01-15.
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) (2023). Los microorganismos son los grandes olvidados en los modelos de cambio climático. Recuperado de: <https://www.csic.es/es/actualidad-del-csic/los-microorganismos-son-los-grandes-olvidados-en-los-modelos-de-cambio-climatico>.

Kapetanović D, Katouli M and Lušić DV (2024). Microbial communities in changing aquatic environments. *Microorganisms* 12:1-2.
Montaño Arias NM (2010). Los microorganismos: pequeños gigantes. *Elementos* 77:15-23. <https://elementos.buap.mx/directus/storage/uploads/00000002205.pdf>.

Su Y, Gao R, Huang F et al (2024). Occurrence, transmission and risks assessment of pathogens in aquatic environments accessible to humans. *Journal of Environmental Management* 354:20331.

Wang X, Chi Y and Song S (2024). Important soil microbiota's effects on plants and soils: a comprehensive 30-year systematic literature review. *Frontiers in Microbiology* 15:1347745.

WHO (World Health Organization) (2023). Drinking-water. World Health Organization. Recuperado de: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>.

Zhang H, Xing D, Wu Y et al (2023). Microbial ecology and function of the aquatic systems. *Frontiers in Microbiology* 13:1109221.

Luis Ramón Benítez-Colio
Carmen Cristina Osuna-Martínez
Facultad de Ciencias del Mar
Universidad Autónoma de Sinaloa
luisramonbenitez_posgrado@uas.edu.mx

© Rafael Pareja. De la serie *Metro New York*, 2013.

