

## Nuevas fronteras en el uso de bióticos en la acuicultura: Hacia estrategias avanzadas más allá de los cultivos microbianos vivos

## New frontiers in the use of biotics in aquaculture: Towards advanced strategies beyond live microbial cultures

Patricia Martínez Cruz<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Laboratorio de Biotecnología, Departamento de Sistemas Biológicos  
Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco.  
Calzada del Hueso 1100, Villa Quietud, C.P. 04960, CDMX.  
[pmartine@correo.xoc.uam.mx](mailto:pmartine@correo.xoc.uam.mx)

**Autor de correspondencia:**  
Patricia Martínez Cruz.  
[pmartine@correo.xoc.uam.mx](mailto:pmartine@correo.xoc.uam.mx)

**Como citar:**  
Patricia Martínez Cruz (2025). Nuevas fronteras en el uso de bióticos en la acuicultura: Hacia estrategias avanzadas más allá de los cultivos microbianos vivos. Tropical Aquaculture 3 (2): e5754. DOI: 10.19136/ta.a3n2.5754

**Editorial Recibida:** 04 de diciembre de 2025

**Editorial Aceptada:** 21 de diciembre de 2025

**Licencia creative commons:**  
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International



La intensificación de la acuicultura, impulsada por la demanda del mercado, requiere estrategias para mantener un medio ambiente saludable y garantizar la sostenibilidad de la industria. En este contexto, el éxito de las operaciones acuícolas está estrechamente relacionado con el costo y la calidad de los piensos, y la rentabilidad depende directamente de la eficiencia alimentaria, la tasa de crecimiento y la resistencia a los patógenos (Pepi y Focardi, 2021). Sin embargo, la intensificación aumenta el riesgo de brotes de enfermedades infecciosas, lo que constituye una limitación significativa para el crecimiento sostenible de la industria. En consecuencia, existe una presión urgente para reducir el uso de antibióticos en los sistemas intensivos, ya que su uso excesivo contribuye a la aparición de cepas bacterianas resistentes y a niveles indeseables de residuos ambientales (Lulijwa *et al.*, 2020). En estas circunstancias, los probióticos se han convertido en una estrategia clave para prevenir ciertas enfermedades bacterianas en los peces.

Los probióticos se definen como suplementos microbianos viables que, cuando se administran en cantidades adecuadas, confieren efectos beneficiosos a los organismos acuáticos, entre los que se incluyen la mejora del crecimiento, el aumento de la supervivencia, la mejora de la tolerancia al estrés, la promoción de la reproducción y la inhibición de la proliferación de patógenos (Martínez-Cruz *et al.*, 2012). Estos efectos se producen a través de diversos mecanismos, como la exclusión competitiva, en la que el probiótico interfiere con los patógenos compitiendo directamente por los sitios de adhesión en el tracto digestivo y por los nutrientes esenciales. Además, los probióticos

ejercen antagonismo mediante la producción de compuestos e inhibidores, como bacteriocinas, sideróforos y ácidos orgánicos, lo que altera el pH y crea un entorno hostil para los patógenos. Un mecanismo predominante es la inmunomodulación, en la que los probióticos estimulan las respuestas inmunitarias celulares y humorales no específicas del huésped. Los probióticos también contribuyen nutricionalmente al mejorar la digestibilidad de los piensos mediante la producción de enzimas como amilasas y proteasas, o mediante la síntesis de nutrientes esenciales, como vitaminas y ácidos grasos. Los géneros representativos utilizados en la acuicultura incluyen *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Carnobacterium*, *Vibrio*, *Pseudomonas*, *Shewanella* y *Saccharomyces* (Newaj-Fyzul *et al.*, 2013). Dada la necesidad de mantener viables los microorganismos probióticos durante la producción, el almacenamiento y el transporte al tracto intestinal, el desarrollo de productos de «última generación», como los parabióticos y los postbióticos, ha cobrado impulso.

Los parabióticos representan una estrategia avanzada en la biotecnología acuícola y se definen como el uso de células microbianas inactivadas (no viables) o de sus fragmentos subcelulares, que, cuando se administran en la dieta, confieren beneficios al huésped sin requerir su viabilidad. Esta característica es su principal ventaja operativa, ya que simplifica la producción, el almacenamiento y la manipulación. El formaldehído y el tratamiento térmico suelen inactivar las células (muerte por calor, HK) y los componentes funcionales pueden incluir proteínas de la pared celular o proteínas de células completas (Wisastra *et al.*, 2025). Las pruebas en la acuicultura demuestran que estos productos estables provocan respuestas beneficiosas significativas. Por ejemplo, el uso de células muertas por calor mejora la actividad de las enzimas digestivas y favorece el aumento de peso en determinadas especies de anfibios y crustáceos. Los investigadores han utilizado fragmentos de la pared celular de probióticas para mejorar la respuesta inmunitaria en peces de agua dulce. Del mismo modo, el uso de células probióticas inactivadas aumenta las tasas de supervivencia y mejora la resistencia a las enfermedades bacterianas en diversas especies de peces de agua dulce y de mar.

Los postbióticos, por su parte, se refieren a factores solubles y metabolitos bioactivos secretados por microorganismos vivos o liberados tras la lisis celular. Estos componentes moleculares incluyen una amplia gama de sustancias, entre las que se encuentran los ácidos lipoteicos, los exopolisacáridos (EPS), las bacteriocinas, los péptidos, los ácidos orgánicos, los ácidos grasos de cadena corta (AGCC) e incluso los extractos libres de células (Kumar *et al.*, 2024). El uso de postbióticos ha demostrado ser una herramienta poderosa para modular el metabolismo y las respuestas inmunitarias en especies acuáticas. Por ejemplo, los AGCC pueden aumentar la capacidad antioxidante en determinadas especies de peces. Por el contrario, los ácidos orgánicos y los ácidos lipoteicos han demostrado tener efectos mitigadores al aliviar la enteritis y la inflamación intestinal en algunas especies marinas, y las bacteriocinas han aumentado las tasas de supervivencia en los crustáceos.

Para aprovechar todo el potencial de los postbióticos y parabióticos en la industria acuícola, debemos superar varios retos. En primer lugar, su aplicación sigue siendo

limitada en comparación con la de los probióticos, lo que evidencia la necesidad de ampliar la investigación sobre su uso en los sistemas de producción acuícola. Además, es esencial avanzar en la caracterización y la estandarización de sus componentes bioactivos. La composición y la funcionalidad de los postbióticos dependen directamente de las condiciones de cultivo de los microorganismos productores; por lo tanto, para alcanzar todo su potencial industrial, se requieren protocolos analíticos rigurosos que garanticen la consistencia y la reproducibilidad del producto.

El futuro de la prevención de enfermedades en la acuicultura intensiva dependerá de la capacidad de aislar, caracterizar y aplicar con precisión estas moléculas funcionales para ayudar a compensar los costos elevados asociados a la alimentación mediante soluciones sanitarias biológicamente eficientes, estables y científicamente probadas.

### Bibliografía citada

- Lulijwa R, Rupia EJ, Alfaro AC (2020). Uso de antibióticos en la acuicultura: políticas y regulación, riesgos para la salud y el medio ambiente: una revisión de los 15 principales productores. *Reviews in Aquaculture* 12(2), 640–663. doi: 10.1111/raq.12344
- Martínez-Cruz P, Ibáñez AL, Monroy-Hermosillo OA, Ramírez-Saad HC (2012). Uso de probióticos en la acuicultura. *ISRN Microbiology* 16,2012:916845. doi: 10.5402/2012/916845
- Pepi M y Focardi S (2021). Bacterias resistentes a los antibióticos en la acuicultura y el cambio climático: un reto para la salud en la zona del Mediterráneo. *Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública*, 18: 5723. doi: 1660-4601/18/11/5723
- Newaj-Fyzul AH, Al-Harbi B, & Austin B (2013). Revisión: Avances en el uso de probióticos para el control de enfermedades. *Aquaculture*, 43: 1–11. doi: 0.1016/j.aquaculture.2013.08.026
- Wisastra SR, Wulandari D, Haryo R, Setiarto B, Budiharjo A, Soowannayan C, et al. (2025). La aplicación de prebióticos, probióticos, simbióticos y parabióticos en la acuicultura. *Revisiones en Ciencias Agrícolas*, 13(3): 15–44.