

LA ACUICULTURA Y EMPLEO DE PROBIÓTICOS

AQUACULTURE AND USE OF PROBIOTICS

Dr. C. Grethel Milián Florido (0000-0001-6074-7964), Universidad de Matanzas

grethel.milian@umcc.cu

Dr. C. Manuel L. Pérez Quintana (0000-0002-9473-6507), Universidad Estatal Amazónica de Ecuador

Dr. C. Ana J. Rodón Castillo (0000-0003-3019-1971), Universidad de Matanzas

Dr. C. Marlen Rodríguez Oliva (0000-0003-4248-3728), Universidad de Matanzas

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo compilar la literatura disponible acerca de la situación actual de la crianza de peces y el empleo de probióticos en estos animales. En la actualidad se presentan un sin número de enfermedades en el sector acuícola lo que trae consigo grandes afectaciones y consecuencias en la producción. Mundialmente se utilizan los antibióticos sin velar por sus efectos colaterales, sin embargo, se conoce la existencia de productos con efecto beneficioso que pueden mejorar el estado de salud en los peces, los denominados probióticos, estos permiten altas producciones con adecuada sostenibilidad económica y con garantía biológica para proteger a los animales y al hombre.

Palabras claves: acuicultura; enfermedades; probióticos

Summary

The objective of this work was to compile the available literature about the current situation of fish farming and the use of probiotics in these animals. Currently, a number of diseases occur in the aquaculture sector, which brings with them great effects and consequences on production. Antibiotics are used worldwide without concern for their side effects, however, the existence of products with a beneficial effect that can improve the state of health in fish is known, the so-called probiotics, these allow high production with adequate economic sustainability and with a guarantee. biological to protect animals and man.



Monografías 2023
Universidad de Matanzas © 2023
ISBN: 978-959-16-5074-0

Keywords: *aquaculture; diseases; probiotics*



Monografías 2023
Universidad de Matanzas © 2023
ISBN: 978-959-16-5074-0

La demanda alimentaria mundial aumenta proporcionalmente al crecimiento poblacional, por lo que cada día se busca implementar mejores actividades zootécnicas (FAO 2020). Como una actividad productiva, la acuicultura (figura 1) está enfocada en incrementar la producción alimentaria mundial, y de esta forma garantizar productos de excelente calidad minimizando el impacto y alteración ambiental, mediante la implementación de nuevas tecnologías, que permitan el desarrollo de la producción de los sistemas acuícolas y su calidad del agua (Hoyos 2020).



Figura 1. Principales especies acuícolas

Además de contribuir a la seguridad alimentaria y al desarrollo económico de los distintos países reduciendo la pobreza y la desnutrición, la acuicultura contribuye a la utilización eficaz de los recursos naturales con un impacto muy reducido, a la vez que controlable sobre el medio ambiente, por lo que todo indica que el desarrollo de esta actividad va a continuar consolidándose con grandes proyecciones de futuro. La mayor parte de la acuicultura a nivel mundial se lleva a cabo en Asia,

aproximadamente el 92 %, siendo China el país líder en producción (Tabla I). La parte restante se distribuye el resto de los continentes, América, Europa, África y en último lugar, Oceanía.

Tabla 1. Principales países productores para la acuicultura por toneladas anuales en 2018 y tasa de variación interanual (APROMAR 2020). Fuente (Gutiérrez 2021).

PAÍS	CANTIDAD (toneladas)	% VARIACIÓN ANUAL
China	66.135.059	2,8%
Indonesia	14.772.104	-8,4%
India	7.071.302	14,3%
Vietnam	4.153.322	8,4%
Bangladesh	2.405.416	3,1%
Filipinas	2.304.361	3,0%
República de Corea	2.278.850	-2,4%
Egipto	1.561.457	7,6%
Noruega	1.355.117	3,6%
Chile	1.287.233	5,5%
TOTAL 10 PRINCIPALES PRODUCTORES	103.324.221	1,9%
RESTO DE PAÍSES	11.183.821	3,1%
TOTAL MUNDIAL	114.508.042	2,0%
España	347.825	11,8%

El incremento de la acuicultura y su intensificación como respuesta al mercado requieren de estrategias que ayuden a mantener un ambiente saludable. En ese sentido, la prohibición del uso de antibióticos como promotores de crecimiento conlleva a la búsqueda de alternativas que permitan generar bienestar en los peces sin afectar la producción y la rentabilidad, lo que incluye la eficiencia alimenticia, la tasa de crecimiento y la respuesta a patógenos (Gutiérrez *et al.* 2016).

El uso de probióticos se considera una estrategia muy prometedora y aceptada para su utilización en acuicultura. El término probiótico, deriva del griego y se origina de dos vocablos “pro” y “bios” que

significan “para la vida”. Dicho termino ha variado con el de cursar del tiempo, el concepto más utilizado es el que propone la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), que definen los probióticos como “microorganismos vivos que administrados en cantidades adecuadas confieren un beneficio para la salud del hospedador” (FAO 2023).

En la actualidad, los probióticos se utilizan como una alternativa potencial para el reemplazo de los antibióticos que se utilizan como subterapéuticos, a modo de promotores de crecimiento. La ventaja de los probióticos radica en que no dejan residuos por lo que no generan riesgos de resistencia antibiótica. En la alimentación de los peces, el uso de estos aditivos zootécnicos, principalmente bacterias esporuladas de *Bacillus*, contribuye a mantener la integridad y estabilidad del microbiota intestinal, disminuyen la proliferación de microorganismos perjudiciales. Se previene así la aparición de enfermedades y el rendimiento productivo de los animales mejora (Molina 2019 y Artega *et al.* 2020).

Dentro del grupo de microorganismos que se utiliza para elaborar probióticos, se encuentran las del género *Bacillus* spp. permiten la mejora en los indicadores fisiológicos y estimulan los mecanismos de acción para evitar efectos secundarios en productos de origen animal que sean destinados para consumo humano. Del mismo modo, permite un óptimo crecimiento del animal, lo que proporciona buena función de la mucosa intestinal, aumento de la digestibilidad, síntesis de vitaminas, estimula la motilidad y la no presencia de enfermedades, elementos importantes para el desarrollo de la producción (Milián *et al.* 2022). Además, generan la estimulación de la respuesta inmune específica del animal y esto permite incremento en los niveles de inmunoglobulina, lo que se traduce en un efecto positivo en el rendimiento del crecimiento y la producción (Molina 2019). En este sentido, existen varios mecanismos de acción de los probióticos elaborados con cepas de *Bacillus* que favorecen lo antes mencionado (figura 2).

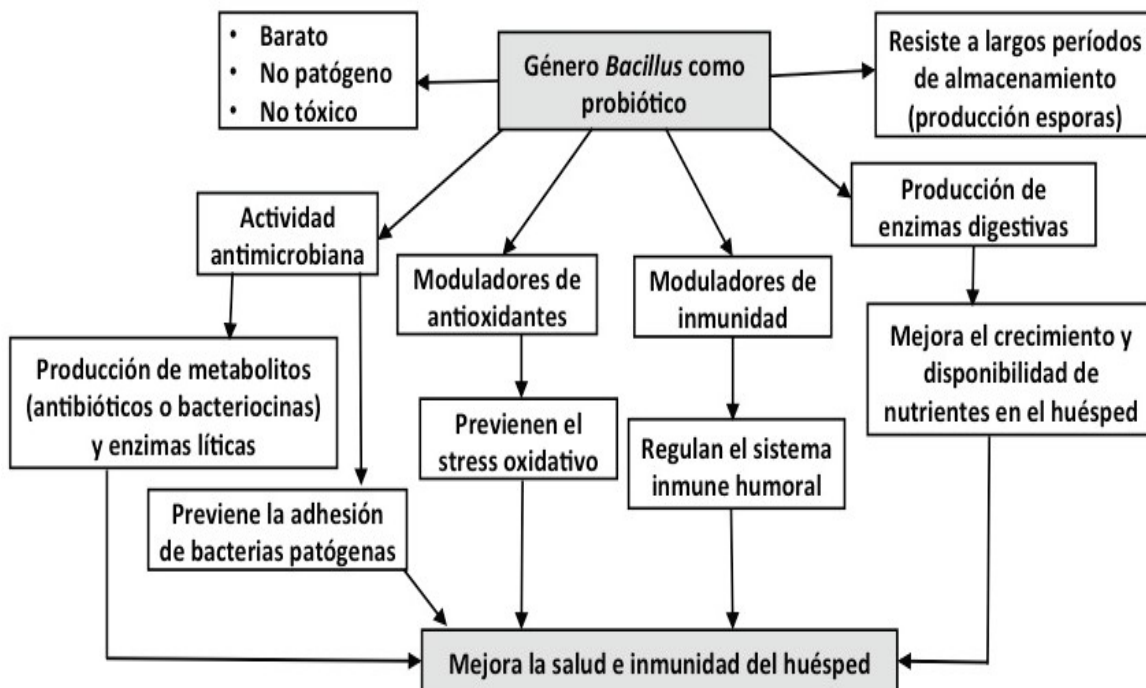


Figura 2. Características que presenta el género *Bacillus* para ser utilizado como probiótico en acuicultura (Fuente: Pérez et al. 2020).

Las principales especies de *Bacillus* utilizadas como probióticos en acuicultura son: *B. subtilis*, *B. licheniformis*, *B. pumilus* y *B. amyloliquefacien* aisladas principalmente de suelo, agua de estanque, tracto intestinal de peces, algas marinas, esponjas de mar (Yi et al. 2018).

Un área importante de la acuicultura en la que se emplean *B. subtilis* y *B. licheniformis* como probióticos es para la crianza de camarón (*Litopenaeus vannamei* y *Penaeus monodo*). Laranja et al. (2017) demostró con técnicas de Q-PCR, la capacidad probiótica de *Bacillus* sp. JL47 productor de un biopolímero poli-beta-hidroxibutirato (PBH) para sobre inducir los genes (*proPO* y *TGase*) relacionados con el sistema del camarón tigre en su estado post-larvario (*Penaeus monodo*) después de ser infectados con *Vibrio campbellii*. Algunos otros estudios relacionados con el sistema inmune en camarones, se ha realizado con mezclas de cepas de *Bacillus licheniformis* MAT32, *B. subtilis* MAT43 y *B. subtilis subsp. subtilis* GATB1, aisladas de moluscos bivaldos (*Anadara tuberculosa*) y suministrados como probióticos inmunoestimuladores en camarones jóvenes (*Litopenaeus*

vannamei) en concentraciones de 1×10^6 a 6×10^6 UFC/ g de alimento, y se obtuvieron mayores tasas de crecimiento a comparación del control conforme aumentaba la concentración de la mezcla de probióticos, además se observó una sobreinducción de los genes *proPO* (propenoxidasa) y *LvToll* (receptor Toll) responsables del sistema inmune en camarón. Por otra parte, Madani *et al.* (2018) evaluaron el efecto de una mezcla de probióticos comerciales (*Bacillus subtilis* y *Bacilluslicheniformis*) en larvas de camarón (*Litopenaeus vannamei*) en concentraciones de 1×10^4 a 1×10^8 UFC/ g de alimento y los resultados obtenidos demostraron que la administración oral de la mezcla comercial tuvo efecto en el crecimiento (peso, tamaño y velocidad específica de crecimiento), composición química con respecto a la concentración de proteína (5.7 g/dL) e inmunoglobulinas (156 mg/dL), y parámetros inmunológicos (hematocitos); obteniendo los mejores resultados en la concentración más alta de la mezcla de *Bacillus*.

Otros estudios del uso de los probióticos en la acuicultura son en la especie de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) es uno de los peces que más se cultiva en el mundo, además presenta condiciones favorables para experimentación por su docilidad y facilidad de manejo.

Investigaciones llevadas a cabo por Hoyos (2020), demuestran la aplicabilidad del uso de probióticos cuando aplicó mediante un diseño experimental en DBCA, usando dos réplicas, durante un ciclo de producción se verificó el efecto PC (Probiótico Comercial) (*T1 sin probiótico* y *T2 con probiótico*) sobre variables de calidad del agua (físicas, químicas y nutrientes) y variables biológicas (ganancia de peso diario, TCA y biomasa) en 4 estanques de cultivo con un área aproximada de 10.000 m². Los aislados y la identificación microbiana se realizaron mediante métodos microbiológicos clásicos y por enzimología. Se obtuvieron en total 117 aislados provenientes de suelo y agua, de los cuales se identificaron *Bacillus subtilis*, *B. cereus*, *Pseudomonas sp.*, *Aeromonas sp.*, *Vibrio sp.*, *Acinetobacter calcoaceticus* y coliformes *Shigella sp.* Mediante análisis estadístico no paramétrico se estableció que temperatura, oxígeno disuelto, pH, conductividad, dureza, amonio total no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre *T1* y *T2* ($p < 0.05$); de otra parte, transparencia, alcalinidad, NO₂, PO₄ resultaron presentar diferencias significativas entre *T1* y *T2*: la transparencia presentó valores 18.62 ± 9.99 cm para *T1* y 9.12 ± 3.94 cm en el tratamiento *T2*. La

alcalinidad registró 123.56 ± 29.24 mg. L⁻¹ CaCO₃ en T1, y 191.69 ± 70.80 mg. L⁻¹ CaCO₃ en T2. El nitrito presentó valores 0.02 ± 0.02 mg. L⁻¹ y 0.56 ± 0.77 mg. L⁻¹, en T1 y T2, respectivamente. El fosfato presentó varió entre 0.63 ± 0.35 mg. L⁻¹ (T1) y 1.23 ± 1.28 mg. L⁻¹ (T2), siendo más estable en el tratamiento sin PC. Adicionalmente se realizó el Análisis de Componentes Principales (ACP) para observar la correlación entre los parámetros fisicoquímicos de calidad de agua y los parámetros zootécnicos de la especie, en donde el (PO₄, NO₂, amonios NH₃-NH₄, dureza, alcalinidad, pH y transparencia) se correlacionan con la biomasa, mientras las variables de temperatura y el OD se correlacionan con la TCA y ganancia de peso diario. En relación a los parámetros biológicos, no se observó diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre tratamientos.

El uso de probióticos en la acuicultura si se suministra en las cantidades adecuadas puede contribuir a mejorar la calidad del agua, con la subsecuente reducción de los metabolitos no deseados en el agua; sin embargo, en relación a las variables biológicas en este estudio no se observó una mejora significativa sobre los parámetros biológicos de crecimiento y desarrollo.

Mantilla (2018) demostró el efecto de cuatro niveles de inclusión (0, 5, 10 y 15 g) de un complejo bacteriano de *Bacillus* spp y *Paracoccus* spp. en dietas balanceadas para crecimiento y engorde de (*Oreochromis* sp.) el estudio se desarrolló con 144 animales con un peso promedio inicial 42.64 ± 0.68 g distribuidos en 12 unidades experimentales. Los resultados obtenidos demostraron que el grupo que consumió 5g reportó un incremento de 17.91 % en peso corporal, 9.32 % en largo total y 5.83 % en ancho total y un benéfico costo mayor en 0.52 % con respecto al tratamiento testigo.

En un estudio realizado en tilapia nilótica (*O. niloticus*) se comparó el efecto de probióticos nativos contra comerciales durante 124 días. Los autores demostraron que el uso del probiótico comercial generó mayor ganancia de peso y mayor rendimiento de la canal en tilapias en fase de engorde (López y Cruz 2011).

Ayyat et al. (2014) probaron los efectos de *Saccharomyces cerevisiae* en combinación con *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus* y *Bifidobacterium bifidum* en alevines de tilapia. Estos autores analizaron diferentes parámetros como son el rendimiento del crecimiento, la eficiencia alimenticia, la tasa de supervivencia, las proteínas sanguíneas, la albúmina, las globulinas

y las enzimas plasmáticas, junto con un análisis de la viabilidad de cada uno de los tratamientos durante la prueba por catorce semanas; como resultado se obtuvo que *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum* y los grupos probióticos mixtos provocaban mayor supervivencia ante la presencia de *A. hydrophila*.

El desarrollo de este trabajo permitió llegar a la conclusión que el uso de probióticos para la industria acuícola debe reforzarse, ya que representan un gran potencial social, económico y ecológico-ambiental y los sectores involucrados deben de poner especial atención al respecto, dados los resultados exitosos obtenidos en otras regiones del mundo. Si se tiene en cuenta que Cuba cuenta con varios productos probióticos.

Referencias bibliográficas

- APROMAR. (2020). Asociación Empresarial de Productores de Cultivos Marinos. La acuicultura en España. Disponible en <http://www.apomar.es/content/informes-anales> [Consultado: 12 de septiembre 2023]
- Arteaga, F., Rondón, A. J., Milián, G., Laurencio, M., Narváez, G. N., Vélez, L. A., Pinto, G. & Muñoz, J. (2020). Effect of a probiotic mixture of *Bacillus subtilis* 20Bp and *Lactobacillus brevis* 40Lp on productive and health indicators of broilers. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54 (1): 1-10
- Ayyat, M.S.; Labib, H.M.; Mahmoud, H.K. (2014). A probiotic cocktail as a growth promoter in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Applied Aquaculture* 26: 208-215.
- FAO. (2020). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. La sostenibilidad en acción*. Roma. ISBN 978-92-5-132756-2
- FAO/OMS. (2023). Probioticos, la definición de la FAO. Disponible <https://www.fao.org> [Consultado: 12 de septiembre 2023]

- Gutiérrez, F. A. I. (2021). Nuevas cepas probióticas para la acuicultura. Tesis presentada en opción al título de Doctor en Ciencias en Sanidad animal y Seguridad alimentaria. Universidad Las Palmas de Gran Canaria, España. p.524
- Gutiérrez, L. A. R., David, C. A. Rualesl., Montoya, O. I. C. & Betancurt, E. G. (2016). Effect of dietary inclusion of microencapsulated probiotics on some zootechnical parameters in red tilapia fingerlings (*Oreochromis* sp.) Revista de Salud Animal, 38 (2), versión impresa ISSN 0253-570Xversión On-line ISSN 2224-4700
- Hoyos, L. J.J. (2020). Efecto de un probiótico comercial activado en un sistema de cultivo de tilapia roja (*Oreochromis* sp.), en el municipio de Momil, Córdoba, Colombia. Tesis presentada para optar por de Profesional en Acuicultura. Universidad de Córdoba, Colombia. 93p
- Laranja, J. L. Q., E. C. Amar, G. L. Ludevese-Pascual, Y. Niu, M. J. Geaga, P. De Schryver & P. Bossier. (2017). A probiotic *Bacillus* strain containing amorphous poly-beta-hydroxybutyrate (PHB) stimulates the innate immune response of *Penaeus monodon* postlarvae. *Fish & shellfish immunology* 68: 202-210. DOI:10.1016/j.fsi.2017.07.023
- López, B. R.; Cruz, L. A. (2011). Elaboración de un probiótico a base de microorganismos nativos y evaluación de su efecto benéfico al proceso digestivo de La tilapia roja (*Oreochromis* Spp.) en etapa de engorde en la zona de Santo Domingo. Tesis (de pregrado). Disponible en:<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4857/1/T-ESPE-IASA%20II002358.pdf>. [Consulta: 10 de septiembre 2023].
- Madani, N. S. H., T. J. Adorian, H. Ghafa ri-Farsani & S. H. Hoseinifa R. (2018). The effects of dietary probiotic Bacilli (*Bacillus subtilis* and *Bacillus licheniformis*) on growth performance, feed efficiency, body composition and immune parameters of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) postlarvae. *Aquaculture Research* 49: 1926-1933. DOI:10.1111/are.13648.
- Mantilla, G. L. N. (2018). Efecto de un complejo bacteriano a base de *Bacillus* spp. y *Paracoccus* spp en la productividad de tilapia hibrida (*Oreochromis* sp.) en la zona de Nanegal. Tesis presentada para optar por Ingeniero Agropecuario, Sangolqui, Ecuador.

- Milián, G., Rondón, A. J., Rodríguez, M., Beruvides, A. & Pérez, M. L. (2022). Endospores of *Bacillus subtilis* with probiotic potential in animals of zootechnical interest. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 56(3) :1-9. ISSN: 2079-3480
- Molina, A. (2019). Probióticos y su mecanismo de acción en alimentación animal. *Agron. Mesoam*, 30 (2): 601-611. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15517/am.v30i2.34432>. On-line version ISSN 2215-3608 Print version ISSN 1659-1321
- Pérez-Chabela M. de L., Y. M. Álvarez-Cisneros, J. Soriano-Santos & M. A. Pérez-Hernández. (2020). Los probióticos y sus metabolitos en la acuicultura. Una Revisión. *Hidrobiológica* 30 (1):93-105. DOI: 10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2020v30n1/Pérez
- Yi, Y., Z. Zhang, F. Zhao, H. Liu, L. Yu, J. Zha & G. Wang. (2018). Probiotic potential of *Bacillus velezensis* JW: antimicrobial activity against fish pathogenic bacteria and immune enhancement effects on *Carassius auratus*. *Fish Shellfish Immunology* 78: 322-330. DOI:10.1016/j.fsi.2018.04.055.