

Uso de probióticos en Acuicultura

Sorroza, L.; Padilla, D.; Acosta, F.; Román, L.; Acosta, B. y Real, F.

Instituto Universitario de Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria.

Unidad de Enfermedades Infecciosas e Ictiopatología. Trasmontaña s/n. 35416. Arucas

Introducción

La acuicultura tanto marina como continental ha sido uno de los sectores de la producción animal que más rápidamente ha crecido en los últimos treinta años en todo el mundo, experimentando un crecimiento anual del 8,8%. Las nuevas tecnologías aplicadas a este sector han permitido aumentar el volumen de producción a través de la diversificación de las especies. Esto implica que hoy en día la mitad del pescado que se consume proceda de esta industria debido a la gran demanda de productos marinos y al descenso de la pesca extractiva. Dicha actividad, además de contribuir en la alimentación, también ayuda al desarrollo económico mundial tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo y a la seguridad alimentaria (1).

En España los cultivos de peces marinos más importantes se centran en la dorada (*Sparus aurata*), la lubina (*Dicentrarchus labrax*) rodaballo (*Psetta máxima*) y últimamente se les une la corvina (*Argyrosomus regius*), siendo España el mayor productor mundial en corvina con 1.660 toneladas métricas en 2009. Así mismo, las Islas Canarias son la primera Comunidad Autónoma productora de lubina, con el 32% del total nacional. El resto de la producción se distribuye entre Murcia (30%), Andalucía (22%), Valencia (12%) y Cataluña (4%). A su vez, Canarias también es el tercer productor de dorada con un 15 % de la producción nacional, y segundo en corvina con un 30 % (2).

Sin embargo, al igual que otros sectores en expansión, la acuicultura se

enfrenta a diversos problemas como son las enfermedades infecto-contagiosas, que se presentan a menudo como un factor limitante que pueden determinar la rentabilidad de las empresas.

Si bien el uso de antibióticos es el método más rápido para controlar este problema, al día de hoy, hay un creciente reconocimiento de sus limitaciones en la acuicultura, debido a que en algunos casos, más que proporcionar una solución, puede ocasionar efectos adversos en la salud del animal mediante la activación de la toxicidad, la resistencia antibiótica, producción de residuos, etc, dando lugar a graves consecuencias medioambientales, y en ciertas ocasiones, problemas en la salud pública (3). Por esta razón, la Unión Europea ha planteado serias restricciones sobre el uso de antibióticos en acuicultura (4).

Un diagnóstico rápido y preciso de las enfermedades infecto-contagiosas, la aplicación de medidas preventivas y unos estudios epidemiológicos precisos, constituyen la clave para minimizar el impacto de estas enfermedades en piscicultura. Por ello, hoy en día las investigaciones se centran en la búsqueda de métodos profilácticos alternativos que sean amigables con el medio ambiente y contribuyan a una mejor producción, limitando el uso de antibióticos. La introducción de vacunas comerciales ha significado un avance en este sentido, pero en las últimas décadas, la comunidad científica examina cuidadosamente el rol y los posibles efectos del uso de probióticos en acuicultura como una alternativa viable al uso de antibióticos, debido a que el

beneficio que juegan las bacterias no patógenas para proteger a su huésped contra infecciones es enorme, así como los efectos positivos sobre el crecimiento, supervivencia, y en general, sobre el bienestar animal (5).

Historia de los probióticos: Concepto

Si nos remontamos en la historia, el uso de probióticos no es algo novedoso, ya que su utilización está ampliamente estudiada tanto en humanos como en animales terrestres. Los estudios en humanos los inició Elie Metchnikoff (1907) quien postuló que las bacterias ácido lácticas ofrecían beneficios a la salud y llevaban a la longevidad, sugiriendo que la "autointoxicación intestinal" y el envejecimiento resultante, podría suprimirse modificando la microbiota intestinal utilizando microbios útiles para sustituir a los microbios proteolíticos como *Clostridium*, desarrollando así una dieta con leche fermentada por una bacteria a la que denominó "bacilo búlgaro" (6), y que en la actualidad es lo que conocemos como yogur.

La palabra probiótico se origina de dos vocablos griegos "pro" y "bios" que significa "para la vida". Dicho término fue introducido por primera vez en 1965 por Lilly y Stillwell. A diferencia de los antibióticos, se definió al probiótico como aquel factor de origen microbiológico que estimula el crecimiento de otros organismos. Posteriormente la palabra probiótico fue aplicada para referirse a extractos de tejido que estimulan el crecimiento bacteriano (7). Sin embargo, Parker (8) fue el primero en utilizar el término probiótico de acuerdo a las definiciones actuales, es decir, "organismos o sustancias que contribuyen al equilibrio microbiano intestinal".

Correspondencia

Dr. Daniel Padilla Castillo

IUSA. ULPGC. Trasmontaña s/n, 35413, Arucas.

Teléfono: 928 459 740; Correo-e: dpadilla@dpat.ulpgc.es

En 1989, Fuller introdujo la idea de que los probióticos tienen un efecto beneficioso para el huésped mejorando su balance intestinal. Por otra parte, los probióticos también se definen como células microbianas que una vez suministradas entran al tracto gastrointestinal y se mantienen vivas contribuyendo a mejorar la salud de los animales (10).

La mayoría de los intentos para crear probióticos, se habían llevado a cabo aislando y seleccionando cepas de ambientes acuáticos. Por ello, Moriarty (11) sugiere que la definición de un probiótico en acuicultura debería incluir una fuente viva de bacteria tanto a tanques como a estanques donde viven los peces.

Hasta la fecha, el término probiótico ha recibido multitud de definiciones, pero una de las más completas, en la que se incluye la importancia de la microbiota, ha sido propuesta por Verschuere (12), que define a un probiótico como “*suplemento vivo microbiano que tiene efectos beneficiosos en el hospedador modificando la flora asociada al mismo y la flora asociada al ambiente*”. Sin embargo, Reid (13) modifica este concepto incluyendo la frase “*cuando son administradas en cantidades adecuadas, confieren un beneficio saludable para el huésped*”. Una definición más reciente es la propuesta por Salminen (14), que sugiere que los probióticos pueden ser parte de una microbiota gastrointestinal saludable, y que su adición puede ayudar a devolver los beneficios a una microbiota perturbada.

La mayoría de estas definiciones se refieren más al hombre y a mamíferos, ya que son en ellos donde se han realizado la mayor parte de estos estudios. Por lo tanto, se deben tener en cuenta ciertas consideraciones antes de aplicarlas en acuicultura debido a que en animales acuáticos, la microbiota depende del medio en el que están en constante interacción, siendo este medio, la dieta y la edad, los responsables de la misma, llegando ésta a ser estable en la etapa adulta del animal (15).

Tabla 1. Principales cepas probióticas usadas en acuicultura de peces.

Probiótico	Especie probada	Referencia
<i>Streptococcus lactis</i>	Larvas de rodaballo	García de la Banda (1992)
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>		
<i>Lactobacillus</i> sp.	Larvas de rodaballo	Gatesoupe (1994)
<i>Carnobacterium</i> sp.		
<i>Vibrio alginolyticus</i>	Salmon atlántico	Austin (1995)
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Salmon atlántico	Gildberg (1995)
<i>Carnobacterium</i> sp.	Salmon atlántico	Jöborn (1997)
<i>Carnobacterium divergens</i>	Bacalao	Gildberg (1997)
<i>Carnobacterium divergens</i>	Alevines de bacalao	Gildberg y Mikkelsen (1998)
<i>Bacillus megaterium</i>	Pez gato	Queiroz y Boyd (1998)
<i>Bacillus polymyxa</i>		
<i>Bacillus subtilis</i>		
<i>Vibrio pelagius</i>	Larvas de rodaballo	Ringo y Vadstein (1998)
G-probiotic	Tilapia nilótica	Naik (1999)
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Trucha arcoiris	Gram (1999)
<i>Carnobacterium</i> sp.	Salmón atlántico	Robertson (2000)
Bacterias marinas	Rodaballo	Makridis (2000)
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	Trucha arcoiris	Nikoskelainen (2001)
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Salmon atlántico	Gram (2001)
<i>Pseudomonas</i> sp.	Trucha arcoiris	Spanggaard (2001)
Bacteria marina	Rodaballo	Huys (2001)
<i>Enterococcus faecium</i>	Anguila	Chang y Lui (2002)
<i>Bacillus toyoi</i>		
<i>Carnobacterium</i> sp.	Trucha arcoiris	Irianto y Austin (2002)
<i>Vibrio fluvialis</i>		
<i>Aeromonas hydrophyla</i>		
<i>Pediococcus acidilactici</i>	Abadejo	Gatesoupe (2002)
<i>Debaryomyces hansenii</i>	Lubina	Tovar (2002)
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>		
<i>Streptococcus faecium</i>	Tilapia nilótica	Lara-Flores (2003)
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>		
<i>Lactobacillus acidophilus</i>		
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	Trucha arcoiris	Nikoskelainen (2003)
<i>Bacillus subtilis</i>	Trucha arcoiris	Raida (2003)
<i>Bacillus licheniformis</i>		
<i>Aeromonas</i> sp.	Anguila	Lategan y Gibson (2003)
<i>Aeromonas</i> sp.	Perca plateada	Lategan (2004)
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	Trucha arcoiris	Panigrahi (2004 y 2005)
<i>Aeromonas media</i>	Anguila	Lategan (2004)
<i>Roseobacter</i> sp.	Rodaballo	Hjelm (2004)
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Larvas de dorada	Carnevali (2004)
<i>Lactobacillus fructivorans</i>		
<i>Aeromonas sobria</i>	Trucha arcoiris	Brunt y Austin (2005)
<i>Pediococcus acidilactici</i>	Trucha arcoiris	Aubin (2005)
<i>Saccharomyces boulardii</i>		
<i>Micrococcus</i> sp.		
<i>Pseudomonas</i> sp.	Lenguado	Chabrilón (2005)
<i>Roseobacter</i> sp.	Dorada	Makridis (2005)
<i>Cyphofaga</i> sp.		
<i>Lactobacillus delbrückii</i>	Dorada	Salinas (2005)
<i>Bacillus subtilis</i>		
<i>Paracoccus</i> sp.		
<i>Micrococcus</i> sp.	Dorada	Chabrilón (2006)
<i>Vibrio</i> sp.		
<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	Juveniles de lubina	Carnevali (2006)
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	Trucha arcoiris	Vendrell (2007)
<i>Lactobacillus plantarum</i>		

Tabla 1. Principales cepas probióticas usadas en acuicultura de peces (cont.)

Probiótico	Especie probada	Referencia
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> <i>Lactobacillus sakei</i> <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i> <i>Debaryomyces hansenii</i> <i>Enterobacter cloacae</i> <i>Bacillus mojavensis</i> <i>Lactobacillus</i> sp. <i>Lactobacillus delbrueckii</i> <i>Bacillus circulans</i> <i>Enterococcus</i> sp. <i>Arthrobacter</i> sp. <i>Pseudomonas chlororaphis</i> <i>Kocuria</i> SM1 <i>Shewanella</i> sp. <i>Pediococcus acidilactici</i> <i>Bacillus subtilis</i> <i>Bacillus pumilus</i> <i>Bacillus licheniformis</i> <i>Debaryomyces hansenii</i>	Trucha arcoiris Dorada Trucha arcoiris Larvas de dorada Larvas de lubina Carpa (hindú) Larvas de bacalao Juveniles de perca Juveniles de trucha Juveniles de lenguado Tilapia roja Larvas de dorada Larvas de lubina	Bálcazar (2007) Reyes-Becerra (2008) Capkin y Altinok (2008) Suzer (2008) Picchiatti (2009) Bandyopadhyay (2009) Lauzon (2009) Gobeli (2009) Sharifuzzaman y Austin (2010) García de la Banda (2010) Ferguson (2010) Avella (2010) Tovar-Ramírez (2010)

Tabla 2. Principales cepas probióticas usadas en acuicultura de moluscos, crustáceos, equinodermos y alimento vivo.

Probiótico	Especie probada	Referencia
Moluscos		
<i>Alteromonas</i> sp. Levadura y bacteria <i>Aeromonas media</i> <i>Roseobacter</i> sp. <i>Alteromonas haloplanktis</i> <i>Vibrio</i> sp. <i>Pseudomonas</i> sp. <i>Bacillus</i> sp. <i>Aeromonas media</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Pseudoalteromonas</i> sp.	<i>Crassostrea gigas</i> <i>Argopecten purpuratus</i> <i>Pecten maximus</i> <i>Crassostrea gigas</i> <i>Argopecten purpuratus</i> <i>Argopecten purpuratus</i> <i>Haliotis midae</i> <i>Crassostrea gigas</i> <i>Haliotis midae</i>	Douillet y Langdon (1993 y 1994) Riquelme (1997) Gibson (1998) Ruiz-Ponte (1999) Riquelme (2000) Riquelme (2001) Alavandi (2004) Macey y Coyne (2005) Doeschate y Coyne (2008)
Equidermos		
<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Apostichopus japonicus</i>	Zhang (2010)
Crustáceos		
<i>Thalassobacter utilis</i> <i>Bifidobacteria thermophilum</i> <i>Bacillus</i> sp. <i>Bacillus</i> sp. <i>Lactobacillus</i> sp. <i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>Bacillus</i> sp. Bacteria marina	<i>Portunus trituberculatus</i> <i>Penaeus japonicus</i> <i>Penaeus monodon</i> <i>Penaeus monodon</i> <i>Penaeus monodon</i> <i>Penaeus vannamei</i> <i>Penaeus monodon</i> <i>Penaeus monodon</i>	Nogami (1997) Itami (1998) Phianphak (1999) Moriarty (1998) Rengpipat (1998) Scholz (1999) Rengpipat (2000) Chythanya (2002)

Uso terapéutico de los probióticos

La incorporación de probióticos es una herramienta viable para reducir o eliminar la incidencia de microorganismos patógenos, y además constituye una alternativa para la sustitución de agentes quimioterapéuticos en la prevención de enfermedades infectocontagiosas. Por otra parte, también cabe mencionar los beneficios de estos microorganismos a nivel nutricional, aportando enzimas, vitaminas y micronutrientes, contribuyendo así a reducir la mortalidad y a mantener a los organismos saludables. Entre los mecanismos de acción descritos para seleccionar a los probióticos tenemos:

- Producción de compuestos inhibitorios.
- Competición por compuestos químicos o energía disponible.
- Competición por sitios de adhesión.
- Aumento de la respuesta inmune.
- Mejora de la calidad del agua.
- Contribución enzimática para la digestión.
- Fuente de macro-micronutrientes.

Los probióticos comúnmente usados en acuicultura, incluyen desde bacteria Gram-positivas y Gram-negativas, bacteriófagos, levaduras y algas unicelulares. Hoy en día, estos probióticos han sido probados en dietas artificiales, alimento vivo (artemia y rotíferos) y en agua (16). A continuación se detallan los microorganismos más utilizados hasta la fecha en peces, moluscos, equinodermos y crustáceos. (Tablas 1 y 2).

Tabla 2. Principales cepas probióticas usadas en acuicultura de moluscos, crustáceos, equinodermos y alimento vivo (continuación).

Probiótico	Especie probada	Referencia
Crustáceos		
<i>Bacillus</i> sp.	<i>Penaeus monodon</i>	Chythanya (2002)
<i>Vibrio hepatarius</i>		
<i>Vibrio</i> sp.	<i>Penaeus vannamei</i>	Balcázar (2003)
<i>Bacillus</i> sp.	<i>Penaeus monodon</i>	Meunpol (2003)
<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Penaeus monodon</i>	Vaseeharan y Ramasamy (2003)
<i>Vibrio fluvialis</i>	<i>Penaeus monodon</i>	Alavandi (2004)
<i>Pseudomonas</i> sp.	<i>Penaeus stylirostris</i>	Castex (2008)
<i>Vibrio fluviales</i>		
<i>Lactobacillus</i> sp.	<i>Macrobranchium rosenbergii</i>	Venkat (2004)
<i>Pediococcus acidilactic</i>	<i>Penaeus chinensis</i>	Li (2006)
<i>Arthrobacter</i> XE-7	<i>Penaeus monodon</i>	Gullian (2004)
<i>Bacillus coagulans</i>	<i>Penaeus vannamei</i>	Zhou (2009)
<i>Aeromonas hydrophila</i>	<i>Penaeus vannamei</i>	Tseng (2009)
<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Penaeus vannamei</i>	Liu (2010)
<i>Pediococcus acidilactic</i>	<i>Penaeus stylirostris</i>	Castex (2010)
<i>Bacillus</i> sp.	<i>Homarus gammarus</i>	Daniels (2010)
Alimento vivo		
Bacteria ácido láctica	<i>Brachionus plicatilis</i>	Gatesoupe (1991)
Bacteria marina	<i>Chaetoceros ceratosp.orum</i>	Fucami (1992)
<i>Flavobacterium</i> sp.	<i>Chaetoceros gracilis</i>	Suminto e Hirayama (1996 y 1997)
<i>Lactococcus lactis</i>	<i>Brachionus plicatilis</i>	Shiri-Harzevili (1998)
<i>Aeromonas</i> sp.	<i>Brachionus plicatilis</i>	Hirata (1998)
Mezcla bacterias	<i>Skeletonema costatum</i>	Rico-Mora (1998)
Bacteria marina	<i>Isochrysis galbana</i>	Avendaño y Riquelme (1999)
Bacterias marinas	<i>Artemia</i> sp.	Verschuere (1999)
<i>Alteromonas</i> sp.	<i>Artemia franciscana</i>	Douillet (2000)
<i>Vibrio alginolyticus</i>	<i>Chaetoceros muelleri</i>	Gómez-Gil (2002)
<i>Saccharomyces boulardii</i>	<i>Artemia franciscana</i>	Orozco-Medina (2002)
<i>Pediococcus acidilactis</i>	<i>Artemia</i> sp.	Gatesoupe (2002)
Bacteria ácido láctica	<i>Artemia</i> sp.	Villamil (2003)
Bacteria ácido láctica	<i>Brachionus plicatilis</i>	Planas (2004)
<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Brachionus plicatilis</i>	Asanka Gunasekara (2010)

Bibliografía

1. FAO (2007). El papel de la Acuicultura en el desarrollo sostenible. www.fao.org/newsroom/es/news/2007/1000701/index.html.
2. APROMAR (2010). La acuicultura marina de peces en España. www.apromar.es/Informes/Informe-APROMAR-2010.pdf
3. FAO (2002). Estado mundial de la pesca y la acuicultura. www.fao.org/docrep/005/y7300s/y7300s00.HTM.
4. European Union, 2003. Commission Press Room, 2003. Council and Parliament prohibit antibiotics as growth promoters: Commissioner Byrne welcomes adoption of Regulation on feed additives (press release, 7/22/ 03, Brussels, DN:IP/03/1058).
5. Avella, M. A.; Gioacchini, G.; Decamp, O.; Makridis, P.; Bracciatelli, Cl.; Carnevali, O. (2010). Application of multi-species of Bacillus in sea bream larviculture. *Aquaculture*. 305:12-19.
6. Underdown, B. (1986). Inmunoglobulin A. *Annual Review of Immunology*. 4: 389-417 .
7. Sperti, C. S. (1971). Probiotics. Avi Publishing Co, West Point, Connecticut 68-83.
8. Parker, R. B. (1974). Porbiotics, the other half of the Antibiotic Story. *Animal Nutrition and Health*. 29: 4-8.
9. Fuller, R. (1989). Probiotics in man and animals. *Journal Applied Bacteriology*. 66: 365-378.
10. Gateusope, F. J. (1999). The use of probiotic in aquaculture. *Aquaculture* 180: 147-165.
11. Moriarty, D. (1998). Control of luminous *Vibrio* species in penaeid aquaculture ponds. *Aquaculture* 164: 351-358.
12. Verschuere, L.; Rombaut G.; Sorgeloos P.; Verstraete W. (2000). Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. *Microbiology and Molecular Biology*. 64: 655-671.
13. Reid, G; Jass J.; Sebulsky MT.; McCormick, J. K. (2003). Potential uses of probiotics in clinical practice. *Clinical Microbiology Reviews*. 16: 658-672.
14. Salminen, S.P.; Gueimonde, M.; and Isolauri, E. (2005). Probiotics that modify disease risk. *Journal of Nutrition*. 135: 1294-1298.
15. Cahill, M. M. (1990). Bacterial flora of fishes. A review. *Microbial Ecology*. 19: 21-41.
16. Irianto, A. y Austin B. (2002). Probiotics in aquaculture. *Journal of Fish Diseases*. 25: 633-642.