

Aditivos inmunoestimulantes de origen natural, una alternativa a los antibióticos en acuicultura

María Isabel **Nieto Ramírez**
Juan Fernando **García Trejo**

Actualmente, la población mundial es de 7,700 millones de personas y se estima que esta cantidad incrementará a 9,700 millones para el año 2050, con lo cual habrá una mayor demanda de alimentos (FAO, 2009). Los alimentos con mayor demanda son los cereales, vegetales, lácteos y carnes. Dentro del grupo de carnes, los productos de origen acuícola como el camarón, salmón, tiburón pangasio, tilapia, lubina y dorada son los de mayor consumo. El consumo per cápita de estos productos se ha incrementado en los últimos años de 9.0 kg en el año 1961, a 20.5 kg en 2018. En este contexto, la acuicultura ha sido propuesta, desde hace muchos años, como una solución para cubrir la demanda de productos acuícolas incrementando, así, la producción. La intensificación de los cultivos de producción se caracteriza por tener una mayor cantidad de peces por metro cúbico de agua por estanque; en este cultivo intensivo se deben mantener las condiciones del agua controladas, específicamente la concentración de oxígeno disuelto, el pH y la temperatura.

A pesar de los beneficios de la producción intensiva, esta práctica tiene inconvenientes tales como la contaminación del agua debida a los compuestos fisiológicos generados por los peces, un alto porcentaje de mortandad,

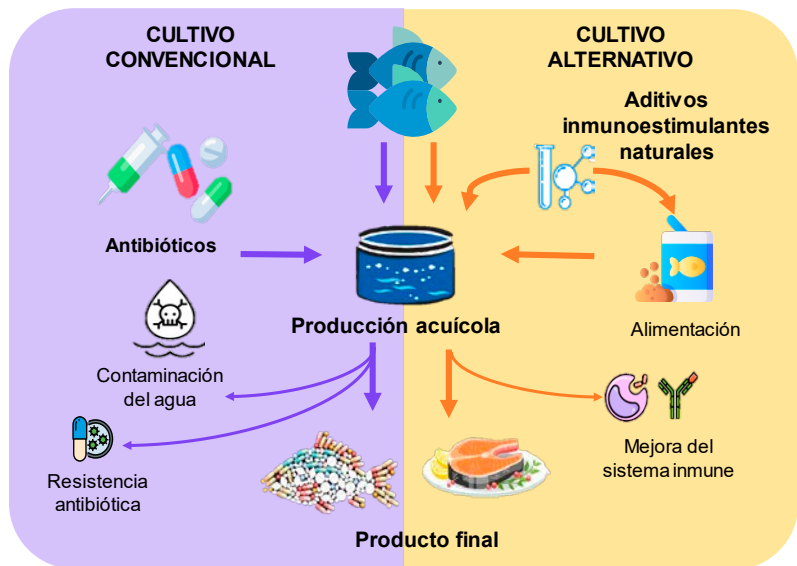


Figura 1. Cultivo convencional con uso de antibióticos y cultivo alternativo con uso de aditivos inmunoestimulantes de origen natural.

e inclusive un cambio en el sabor del producto final. Por otro lado, el manejo de los organismos dentro del cultivo, así como la densidad poblacional, generan un grado de estrés que debilita el sistema inmune; como consecuencia, bacterias, virus o parásitos infectan a los peces. Por ello, con la finalidad de evitar la mortandad de peces, los productores se ven en la necesidad de usar antibióticos. No obstante, el resultado de este tipo de prácticas no es del todo positivo. Las desventajas de los antibióticos incluyen la supresión inmune, resistencia antibiótica por parte de ciertas bacterias, así como la presencia de residuos de medicamentos en el producto final. La supresión inmune se refiere a la inactivación del sistema inmunológico de los peces, lo cual facilita el acceso a virus y bacterias. Por otra parte, la resistencia antibiótica generalmente se da en ciertas especies de bacterias haciéndolas inmunes a dicho tratamiento; es decir, algunas bacterias se adaptan para no ser afectadas en presencia de antibióticos. Todo lo anterior conlleva a que existan niveles residuales de antibióticos muy altos en los productos finales, por lo que hay una gran probabilidad, para el humano, de consumirlos de manera indirecta de los peces.

Una alternativa actual para contrarrestar el problema del uso de antibióticos en los peces es el uso

de aditivos inmunoestimulantes de origen natural en los alimentos acuícolas. El objetivo de un aditivo inmunoestimulante natural dentro de los alimentos es causar un efecto positivo sobre el sistema inmunológico de los peces. En la Figura 1 se presenta el cultivo convencional de peces con el uso de antibióticos para el tratamiento de enfermedades; estos químicos se agregan directamente al agua o pueden suministrarse al pez. Sin embargo, en este tipo de tratamientos se genera contaminación del agua, resistencia antibiótica y productos finales con químicos residuales. Por otro lado, se muestra el cultivo alternativo con el uso de aditivos inmunoestimulantes en la alimentación de los peces para la prevención de enfermedades; con estos aditivos se mejora el sistema inmune de peces para prevenir enfermedades. De esta forma, el cultivo convencional es un tratamiento correctivo y el cultivo alternativo es un tratamiento preventivo. Por lo que en este trabajo se presentarán los diferentes tipos de aditivos inmunoestimulantes de origen natural más usados en los alimentos acuícolas como alternativa al uso de antibióticos.

ADITIVOS INMUNOESTIMULANTES DE ORIGEN NATURAL

De acuerdo con el diccionario de la Real Academia Española, un aditivo es una sustancia que se

Inmunoestimulante	Tipos	Efecto sobre el sistema inmune
Bacterianos	Lipopolisacáridos Células bacterianas	Incremento de células B, de linfocitos, de la actividad fagocítica, y la activación del sistema inmune innato
Polisacáridos	Glucanos Quitina Quitosano	Incremento en la actividad de macrófagos, y activación del sistema inmune innato
Extractos vegetales	Compuestos bioactivos; terpenoides (carvacrol), flavonoides, etc.	Incremento en la actividad fagocítica, estimulación del sistema inmune innato
Extractos animales	Compuestos bioactivos; glucoproteínas	Incremento en la actividad fagocítica
Factores nutricios	Vitamina C Vitamina E	Activación de linfocitos, macrófagos y estimula la actividad citotóxica de las células
Hormonas	Hormona de crecimiento Prolactina Lactoferrina	Activación de linfocitos, células de NK, y leucocitos
Citocinas	Polipéptidos Glicoproteínas	Inhibición de la replicación de virus
Derivados de algas	B-glucanos Ácido alginico	Estimulación del sistema inmune innato
Oligonucleótidos	DNA RNA	Activación de linfocitos, macrófagos, e incremento de inmunoglobulinas

Tabla 1. Comparación de los diferentes tipos de aditivos inmunoestimulantes y su efecto sobre el sistema inmune.

agrega a otras para darles cualidades de las que carecen o para mejorar las que poseen (RAE, 2020). En la alimentación acuícola, los aditivos inmunoestimulantes se han definido como compuestos naturales que modulan el sistema inmune de los peces, incrementando la resistencia a enfermedades que en muchas ocasiones son causadas por patógenos (Bricknell y Dalmo, 2005). Ahora bien, estos aditivos son extraídos de algún organismo vivo como plantas, animales y microorganismos, y son usados de acuerdo al mecanismo por el cual mejoran el sistema inmune de los peces.

La estimulación del sistema inmune de los peces por la aplicación de aditivos inmunoestimulantes presenta diferentes mecanismos de acción, resultando en un incremento de células específicas como linfocitos y macrófagos, entre otros. Además, el sistema inmune innato se activa y estimula la producción de barreras físicas, como la mucosa intestinal, para evitar que los patógenos infecten

al organismo. Esta información se muestra en la Tabla 1, en la que, además, se clasifican por el tipo de compuesto y el efecto que tienen sobre los peces (Caipang y Lazado, 2015).

USO ACTUAL DE LOS ADITIVOS

INMUNOESTIMULANTES DE ORIGEN NATURAL

Actualmente, los aditivos inmunoestimulantes de origen vegetal han ganado importancia, ya que presentan propiedades antioxidantes, antimicrobianas e inclusive antiinflamatorias; dichas propiedades se atribuyen a compuestos específicos como fenoles, flavonoides, terpenos, etcétera. Dentro de este tipo de aditivos destaca el carvacrol, que se encuentra en altas concentraciones en el aceite esencial del orégano. Este compuesto es de gran relevancia, ya que puede usarse como conservador natural de alimentos, así como en la prevención de enfermedades en peces cuando se administra de manera directa en el agua de cultivo. Por otro lado, el carvacrol se ha usado en las dietas acuícolas con el objetivo de mejorar el sistema inmunológico del pez; estos estudios se han realizado principalmente en bagre y tilapia (da Cunha y cols., 2019). Además del carvacrol, existen otros agentes inmunoestimulantes con propiedades similares, como el resveratrol, el timol, entre otros, que se obtienen de otras plantas como el tomillo e inclusive del fruto de la vid.

Los aditivos inmunoestimulantes de origen natural que se han probado en las dietas acuícolas han demostrado efectos favorables, ya que disminuyen la mortandad de los peces y mejoran la calidad del producto final. Sin embargo, la efectividad de estos compuestos puede ser afectada por la temperatura, la luz, la presión e inclusive por la humedad del ambiente, por lo que deben cuidarse las condiciones de producción del alimento que los contengan. El proceso de producción, así como el almacenamiento de los alimentos con inmunoestimulantes debe evitar temperaturas mayores a 40 °C y la exposición directa de la luz.

Hoy en día, los aditivos inmunoestimulantes que son susceptibles de degradación por efecto de la luz, la temperatura o el oxígeno, se encapsulan para evitar que pierdan su función; tal es el caso del carvacrol, que se ha nanoencapsulado en polímeros que lo protegen de las condiciones ambientales para disminuir su degradación; de esa manera, el carvacrol mantiene sus propiedades y, por lo tanto, su efecto inmunoestimulante (Soltan y cols., 2018). Este tipo de estrategias han mejorado la actividad de los compuestos, lo cual produce resultados favorables para el pez que los consume.

Además del carvacrol, otros compuestos como los β -glucanos se han incluido en los alimentos acuícolas como sustancias inmunoestimulantes. Estos compuestos son polímeros que forman parte de la pared celular vegetal de plantas e incluso de microorganismos como levaduras y microalgas.

Actualmente, los β -glucanos han sido incluidos en los procesos de producción de alimentos humanos como el yogurt, la leche, el pan, entre otros (Bai y cols., 2019) debido a que pueden proporcionar ciertas características físicas deseables en el producto final. Sin embargo, en la producción de alimentos acuícolas se usan por sus características inmunoestimulantes. Algunos estudios han documentado el efecto de los β -glucanos en los alimentos acuícolas sobre la respuesta inmunológica de peces como la tilapia sobre infecciones bacterianas. Los resultados de estos estudios han demostrado que los alimentos acuícolas con β -glucanos como inmunoestimulantes, generan un efecto positivo sobre la tilapia, es decir, se observó una disminución en la mortandad de los peces cuando se exponían a bacterias como *Aeromonas hydrophila* (Amphan y cols., 2018).

CONCLUSIONES

El uso de aditivos inmunoestimulantes de origen natural como alternativa al uso de antibióticos ha destacado como una solución a los retos actuales de la acuicultura. Debido a esto, se han desarrollado alimentos funcionales que integran insumos

nutricionales, más aditivos inmunoestimulantes, con el objetivo de que el pez cumpla con sus funciones fisiológicas y posea un sistema inmune altamente activo, lo que se refleja en su crecimiento, desarrollo y reproducción. Por otro lado, deben estudiarse los mecanismos específicos de acción de cada aditivo en el sistema inmune, así como la técnica con la que pueden ser agregados, sin perder las características inmunoestimulantes, así como el impacto que puede generarse en los peces y en la acuicultura en general. Por lo tanto, los aditivos inmunoestimulantes son una alternativa que en el futuro permitirá la prevención de enfermedades en los cultivos acuícolas, evitando efectos secundarios al ambiente y en las características del producto final.

R E F E R E N C I A S

- Amphan S, Unajak S, Printrakoon C and Areechon N (2019). Feeding-regimen of β -glucan to resistance of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* Linn., against *Aeromonas hydrophila* and *Flavobacterium columnare*. *Fish and Shellfish Immunology*. 87:120-128.
- Bai J. et al. (2019). Physiological functionalities and mechanisms of β -glucans. *Trends in Food Science & Technology*. 88:57-66.
- Bricknell I and Dalmo RA (2005). The use of immunostimulants in fish larval aquaculture. *Fish & shellfish Immunology*. 19:457-472.
- Caipang CMA and Lazado CC (2015). Nutritional impacts on fish mucosa: immunostimulants, pre- and probiotics. En Beck BH and Peatman E (Ed.), *Mucosal Health in Aquaculture* (pp. 211-272). Academic Press, San Diego.
- Da Cunha et al. (2019). The survival and hepatic and muscle glucose and lactate levels of *Rhamdia quelen* inoculated with *Aeromonas hydrophila* and treated with terpinene-4-ol, carvacrol or thymol. *Microbial Pathogenesis*. 127:220-224.
- FAO (2009). La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050 (12-13 de octubre, 2019, Roma). Foro de expertos de alto nivel. Cómo alimentar al mundo 2050. Recuperado de: http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_SP/La_agricultura_mundial.pdf.
- Soltan YA, Natel AS, Araujo RC, Morsy AS and Abdalla AL (2018). Progressive adaptation of sheep to a microencapsulated blend as essential oils: Ruminal fermentation, methane emission, nutrient digestibility, and microbial protein synthesis. *Animal Feed Science and Technology*. 237:8-18.

María Isabel Nieto Ramírez
Juan Fernando García Trejo
Facultad de Ingeniería
Universidad Autónoma de Querétaro
fernando.garcia@uaq.mx