

Nayely Leyva López y Crisantema Hernández González

Compuestos bioactivos al servicio de la acuicultura



Recientemente se ha prestado atención a los compuestos bioactivos naturales para utilizarlos como ingredientes funcionales. Los reportes indican que estos compuestos funcionan como antioxidantes, antimicrobianos y moduladores del sistema inmune y la microbiota, propiedades que la industria acuícola puede aprovechar con la finalidad de mejorar la salud de los organismos que son alimentados con estas sustancias.

¿Qué son los compuestos bioactivos?

Los compuestos bioactivos son sustancias que tienen actividad biológica; es decir, tienen algún efecto, causan cierta reacción o promueven una respuesta en el tejido vivo. Algo que el lector debe tener claro es que los compuestos bioactivos no se consideran nutrientes esenciales, como las proteínas, carbohidratos o lípidos, pero son necesarios para que los organismos alcancen un estado fisiológico y de salud normal (Guaadaoui y cols., 2014). Los compuestos bioactivos se pueden clasificar en diferentes grupos dependiendo de su estructura química, por ejemplo, terpenoides (pigmentos y aceites esenciales), polifenoles (ácidos fenólicos, flavonoides y taninos, entre otros), esteroides, alcaloides, glucanos, saponinas, péptidos bioactivos, etcétera (véase la Figura 1).

¿Por qué los compuestos bioactivos son tan relevantes?

Los compuestos bioactivos son de interés para los investigadores debido a la gran cantidad de propiedades que se les atribuyen. Entre éstas, y por las múltiples aplicaciones que podrían tener, se encuentran las antioxidantes, antimicrobianas, antivirales, antiparasitarias, estimulantes del sistema inmune y moduladoras de la microbiota intestinal, entre otras. Industrias como la alimentaria, farmacéutica y cosmética han hecho uso de estos compuestos para diversos fines, por ejem-

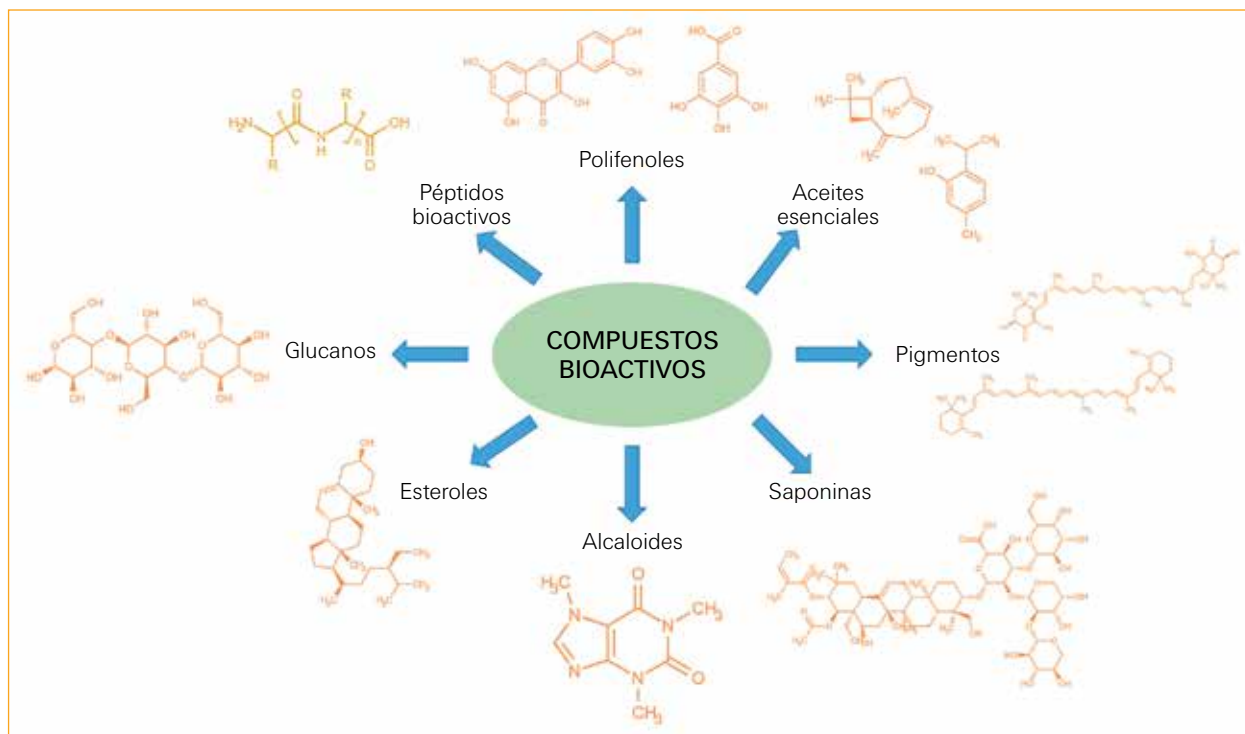


Figura 1. Estructura química de los principales grupos de compuestos bioactivos.

plo, como antioxidantes naturales en los alimentos y suplementos dietarios para mejorar la salud. Los compuestos bioactivos representan una buena opción también para la industria acuícola, en la cual se requiere que los organismos acuáticos de interés comercial conserven su salud y presenten resistencia a las enfermedades.

■ Compuestos bioactivos y acuicultura

■ La acuicultura es un sector económico de amplio crecimiento. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2016), la acuicultura aporta alrededor de la mitad de la producción de peces destinados para consumo humano. De acuerdo con el *Anuario estadístico de acuicultura y pesca* (Conapesca, 2014), en México esta actividad genera una derrama económica que supera 24 000 millones de pesos (mdp). De los organismos cultivados, los peces marinos y de agua dulce, así como los crustáceos, son los de mayor demanda. En nuestro país son seis las especies que aportan alrededor de 70% del total del valor de la

producción pesquera: camarón, 7 943 mdp; tilapia, 1 343 mdp; túnidos, 1 307 mdp; pulpo, 781 mdp; sardina, 604 mdp; y trucha, 442 mdp (Conapesca, 2014).

Debido al rápido crecimiento y a la gran demanda de productos acuícolas, los cultivos se han intensificado; es decir, se produce una mayor cantidad de organismos en menor espacio. Aunado a esto, se encuentran otros factores de cultivo, como una alimentación deficiente, la mala calidad del agua y los cambios de temperatura y pH del medio, los cuales pueden ocasionar estrés, suprimir el sistema inmune de los organismos y afectar de manera negativa su estado de salud. Esto trae como consecuencia un bajo rendimiento de la producción, una calidad reducida del músculo y la aparición y rápida diseminación de enfermedades infecciosas, lo cual es un gran problema para la industria de la acuicultura por las pérdidas que se ocasionan. Tradicionalmente se utilizan sustancias químicas, sobre todo antibióticos, para resolver este problema; sin embargo, esto ha resultado ser una opción riesgosa, debido a la aparición de bacterias resistentes a los antibióticos y a que, además, esto resulta indeseable para el consumidor final.

Por lo anterior, se genera la necesidad de buscar alternativas para reducir los problemas de enfermedades al incrementar la actividad del sistema inmune y antioxidante de los organismos. Recientemente se ha tenido especial interés en los diversos grupos de compuestos bioactivos, ya que éstos han demostrado tener la capacidad de favorecer el crecimiento y mejorar la salud de los organismos acuáticos mediante el estímulo del sistema inmune, lo cual les proporciona resistencia a las enfermedades (véase la Figura 2).

A pesar de las diferentes propiedades benéficas atribuidas a los compuestos bioactivos, es importante mencionar que existen algunas desventajas para su uso en la acuicultura. Por ejemplo, los compuestos bioactivos como taninos o saponinas pueden ser sustancias tóxicas para los seres que las consumen; de ahí la importancia de determinar la concentración o dosis máxima para administrar estos compuestos sin ocasionar daños en el organismo. Otros compuestos bioactivos como los polifenoles pueden brindar un sabor astringente al alimento; por ello, se deben realizar pruebas de palatabilidad para demostrar que el consumo por parte

del organismo no se vea afectado. Debido a lo anterior es importante realizar estudios en los que se incorpore la evaluación de la toxicidad, así como de la aceptabilidad del alimento por parte del organismo de interés.

Últimamente se han realizado diversos estudios con la finalidad de demostrar los efectos biológicos de los compuestos bioactivos. Por ejemplo, se ha evaluado la capacidad que tienen los compuestos bioactivos como los polifenoles y aceites esenciales para generar resistencia a patógenos en los organismos de interés acuícola mediante la modulación de la microbiota intestinal y la respuesta del sistema inmune. Así, Al-Sagheer y cols. (2017) investigaron el efecto de la adición de aceites esenciales de zacate limón (200 y 400 mg/kg) y geranio de olor (200 y 400 mg/kg) en dietas para tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) sobre la actividad antioxidante e inmune y en la microbiota intestinal. Los peces alimentados con las dietas adicionadas con dichos compuestos incrementaron la actividad de la enzima antioxidante catalasa, redujeron la presencia de las bacterias patógenas *Escherichia coli* y *Aeromonas* spp. en el intestino y el rendimiento pro-

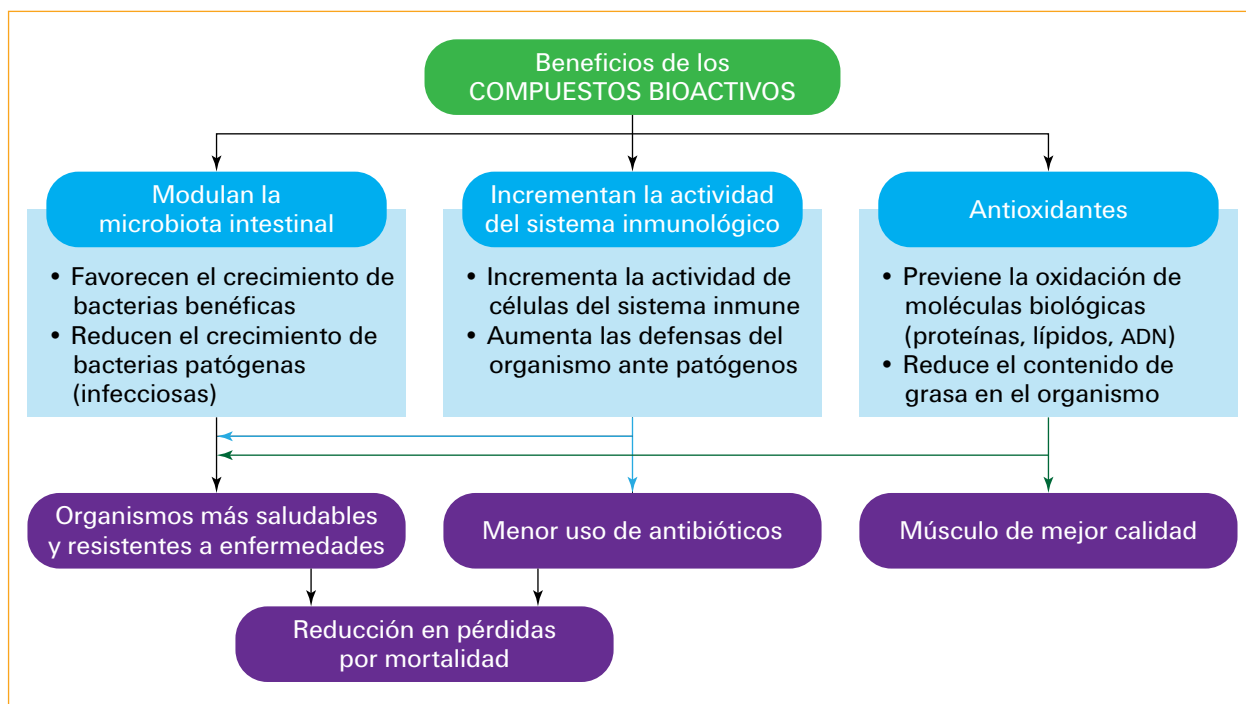


Figura 2. Beneficios del uso de bioactivos como aditivos en alimentos para organismos acuáticos.



ductivo se mejoró. Algo que cabe destacar es que las tilapias alimentadas con aceites esenciales de estas especies vegetales presentaron un mayor porcentaje de sobrevivencia cuando fueron expuestas al patógeno *Aeromonas hydrophila*, una bacteria que está altamente asociada a enfermedades en tilapia. Los investigadores mencionan que los aceites esenciales son buenos candidatos para ser utilizados como suplementos dietarios en peces, ya que mejoran su rendimiento, así como la respuesta inmune y la resistencia a enfermedades. De manera similar, en otro estudio se demostró que los peces de lubina que consumieron un alimento enriquecido con polifenoles de semilla de uva tuvieron una mejor respuesta del sistema inmunológico en comparación con los peces que recibieron el alimento de control (Magrone y cols., 2016).

■ **Fuentes de compuestos bioactivos.**

■ **Enfoque en el aprovechamiento de residuos**

■ Los compuestos bioactivos pueden ser de origen vegetal y animal. Entre las fuentes vegetales de estos compuestos se encuentran los cereales, frutas y hortalizas, hierbas y especias, etcétera. Por otra parte, los compuestos bioactivos de origen animal corresponden principalmente a los péptidos bioactivos, los cuales se obtienen a partir de la hidrólisis de proteínas. Ya sean de origen vegetal o animal, el procesamiento de los alimentos genera una gran cantidad de residuos, cuyo manejo, y una correcta deposición, representa un costo adicional para el productor; de lo contrario, se tiene un impacto negativo en el ambiente. Estos residuos son una fuente importante de compuestos bioactivos, por lo que podrían ser aprovechados para su obtención.

En el laboratorio de bromatología y nutrición de peces y crustáceos del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), en Mazatlán, se están uniendo esfuerzos con la finalidad de evaluar el potencial de los compuestos bioactivos obtenidos de residuos agroindustriales como aditivos en alimentos para especies acuícolas de interés comer-



cial. Por ejemplo, en estudios en curso en el laboratorio se está evaluando el efecto de la inclusión de polifenoles obtenidos de la cáscara de mango en alimentos para camarón. Los estudios preliminares muestran que los polifenoles mantienen el rendimiento productivo de los camarones, pero reducen de manera importante el contenido de grasa de estos organismos, en comparación con los individuos que reciben el alimento sin bioactivos (Lizárraga y Hernández, 2018). Esto podría ser relevante debido que al adicionar polifenoles en los alimentos para dicha especie se estarían produciendo camarones con bajo contenido de grasa, lo cual promovería su aceptación por parte del consumidor e incrementaría su demanda.

Asimismo, actualmente se realiza una investigación en torno a la obtención de polifenoles a partir de la hoja de mazorca del maíz y otros residuos para incluirlos en el alimento para tilapia (Figura 3). El



Figura 3. Compuestos bioactivos para la alimentación de crustáceos y peces.

objetivo es evaluar el efecto que estos compuestos pueden tener sobre la salud general de los peces, en términos de la modulación del sistema antioxidante, inmunológico y de la microbiota intestinal, lo que



Cultivo de la tilapia.

favorecería la resistencia de estos organismos a las enfermedades o al estrés. Otro grupo importante de bioactivos que actualmente estudia el grupo de investigación del CIAD son los hidrolizados proteicos (péptidos bioactivos), los cuales se obtienen a partir de la proteína del músculo oscuro del atún. La industria atunera genera este residuo, que no se consume debido a su aspecto desagradable y mal olor. Sin embargo, este material es rico en proteína y ácidos grasos poliinsaturados. En estudios preliminares, los hidrolizados proteicos incluidos en los alimentos para camarón incrementaron el potencial antioxidante, además de que promovieron el crecimiento de dichos organismos acuáticos.

Hacer uso de los residuos de la industria agroalimentaria podría promover la generación de cadenas productivas sustentables, en las cuales sean aprovechados por parte de los acuicultores.

■ En conclusión

■ Los compuestos bioactivos presentan un alto potencial para ser utilizados como aditivos en los alimentos para diferentes organismos de interés acuícola, como peces y crustáceos, dados los múl-



tiples beneficios que aportan (véase la Figura 2). Estos compuestos pueden obtenerse a partir de materiales residuales de la industria agroalimentaria, y así brindar valor agregado a las cadenas productivas. No obstante, a pesar de las distintas propiedades que los bioactivos presentan, es necesario considerar que cada especie responde de manera diferente a ciertos grupos de sustancias. Otro factor es que la administración de estos compuestos debe ser controlada y evaluada para que no haya un efecto de toxicidad en los organismos que son alimentados con éstos.

De lo anterior podemos decir que aún hace falta mucha investigación respecto al uso apropiado de los bioactivos como aditivos alimentarios. En este sentido, nuestro grupo de investigación está realizando estudios en aras de establecer técnicas de extracción y adición de bioactivos para la manufactura de alimentos con funcionalidad biológica para las especies acuáticas de interés comercial.

Este manuscrito deriva de las actividades de la red temática 12.3: “Para reducir y valorizar las pérdidas y el desperdicio de alimentos: hacia sistemas alimentarios sostenibles” (proyecto núm. 294768).

Nayely Leyva López

Cátedras Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C., Unidad Mazatlán.

nayely.leyva@ciad.mx

Crisantema Hernández González

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C., Unidad Mazatlán.

chernandez@ciad.mx

Lecturas recomendadas

Al-Sagheer, A. A., H. K. Mahmoud, F. M. Reda *et al.* (2017), “Supplementation of diets for *Oreochromis niloticus* with essential oil extracts from lemongrass (*Cymbopogon citratus*) and geranium (*Pelargonium graveolens*) and effects on growth, intestinal microbiota, antioxidant and immune activities”, *Aquaculture Nutrition*, 24(3):1006-1014.

Conapesca (2014), *Anuario estadístico de acuicultura y pesca*. Disponible en: <http://www.conapesca.gob.mx/work/sites/cona/dgppe/2014/ANUARIO_ESTADISTICO_DE_ACUACULTURA_Y_PESCA_2014.pdf>. Consultado el 27 de febrero de 2018.

FAO (2016), *The state of world fisheries and aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all*. Disponible en: <<http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf>>. Consultado el 3 de julio de 2018.

Guaadaoui, A., S. Benaicha, N. Elmajdoub *et al.* (2014), “What is a bioactive compound? A combined definition for a preliminary consensus”, *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 3(3):174-179.

Lizárraga, C. E. y C. Hernández (2018), “Polifenoles de la cáscara de mango para la acuicultura”, *Ciencia*, 69(1):i1-i6. Disponible en: <<https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/online/POLIFENOLES.pdf>>. Consultado el 3 de julio de 2018.

Magrone, T., S. Fontana, F. Laforgia *et al.* (2016), “Administration of a polyphenol-enriched feed to farmed sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) modulates intestinal and spleen immune responses”, *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* (en línea, ID 2827567).