

Impacto de cianobacterias en el cultivo de camarón blanco

Después de un brote de intoxicación que afectó a más de 900 personas, la Secretaría de Salud en México instauró la veda precautoria de cosecha y consumo de camarón en el sistema lagunario de Huizache-Caimanero, en Sinaloa, en el mes de octubre del 2004.

Por: José Luis Ochoa*, Jesús Pérez-Linares, Carmen Rodríguez y Erick Núñez-Vázquez

El mar es una fuente de alimento muy importante para el ser humano. Se ha estimado que en los próximos años el consumo de organismos marinos, cultivados y silvestres, se incrementará en un 20% per cápita. Por tanto, las medidas sanitarias para la venta y consumo de estos alimentos deberán estar bien reguladas y ser más estrictas. Uno de los problemas relacionados con la industria acuícola que ha cobrado importancia a raíz de la amenaza del bioterrorismo, es el posible uso de fitoplancton tóxico o sus productos tóxicos para colapsar el cultivo o contaminar los alimentos de origen marino encaminados al consumo humano. Si bien el incremento de episodios tóxicos, como los relacionados con las llamadas Mareas Rojas consideradas naturales, ha causado ya preocupación, la amenaza del uso intencional de microorganismos tóxicos constituye un nuevo riesgo.

Existe consenso entre los científicos de que en la década pasada hubo un incremento global en el número de casos y episodios de proliferaciones masivas de microalgas marinas dañinas o tóxicas que afectaron a peces, moluscos, crustáceos e incluso al humano. Recientemente, se ha recomendado prestar atención al hecho de que las toxinas de microalgas y sus efectos crónicos, necesitan ser considerados en todos los niveles biológicos, poniendo especial énfasis en la salud humana y en los ecosistemas en general. La mayoría de los casos de enfermedad en humanos por ingestión de mariscos

es considerado de origen viral o bacteriano, sin embargo, una proporción importante es causada por la exposición a ficotoxinas.

El impacto de las ficotoxinas en acuicultura puede ocurrir de tres maneras: 1) la ingestión de fitoplancton tóxico por parte de los organismos en cultivo; 2) El consumo de una presa contaminada con ficotoxinas por los organismos en cultivo; y, 3) por contacto de los organismos en cultivo con la toxina disuelta en el agua después de la lisis celular del organismo toxigénico. La exposición crónica a las toxinas puede provocar en los organismos cultivados efectos letales o sub-letales, conduciendo a anomalías en los hábitos alimenticios, comportamientos extraños, disfunciones fisiológicas, reducción de tallas, crecimiento y reproducción, o también efectos patológicos y mortalidad. Los efectos potenciales a largo plazo por exposición de toxinas en la salud de animales acuáticos puede ser expresada en términos de susceptibilidad a enfermedades, inmunosupresión, patologías de índole toxicológico y desarrollo de tumores.

En general, la estructura química de las ficotoxinas es muy diversa y compleja y, en consecuencia, los efectos fisiológicos de los organismos que las consumen también varían mucho. Una característica frecuente entre las ficotoxinas es su naturaleza no proteica, aunque existen hepatotoxinas de tipo peptídico producidas por cianobacterias que también han generado graves impactos en acuicultura, al medio

ambiente y en Salud Pública. La carencia de un grupo o estructura orgánica simple con propiedades cromogénicas que faciliten su detección por métodos químicos, hace necesaria la aplicación de metodologías complejas que requieran personal experto o de infraestructura cara. Aún se sigue trabajando sobre la caracterización de las ficotoxinas para facilitar su detección y conocer sus propiedades con más detalle.

El fitoplancton responsable de la producción de toxinas incluye principalmente a las Divisiones *Chrysoophyta*, *Pyrrhophyta* y *Cyanophyta* (cianobacterias), estas últimas impactando en mayor escala los ambientes dulceacuícolas, ya que en ambientes marinos se reduce a pocos Taxa. Varias especies de cianobacterias son responsables de casos de envenenamiento agudo y hasta fatales, al consumir agua conteniendo cianotoxinas en altas concentraciones. La mayoría de los reportes de envenenamiento son de organismos terrestres (incluyendo al humano) que bebieron agua contaminada por cianobacterias; sin embargo, algunos animales acuáticos también son afectados, especialmente crustáceos, moluscos y peces de cultivo.

El estudio y el desarrollo de políticas para el control de fitoplancton tóxico es cada vez más importante. Hay grupos promoviendo el conocimiento y monitoreo de zonas impactadas dulceacuícolas, salobres y marinas para establecer y desarrollar reglamentos gubernamentales incluyendo: 1) El desarrollo de métodos analíticos; 2) la identifica-

tóxicas

en México

El origen y causa de la intoxicación aún permanecen sin identificar; pero vale la pena hacer un recuento de casos previos y considerar la posibilidad de que se trata de un evento de proliferación de fitoplancton tóxico.

ción del origen de las toxinas y, 3) la identificación de peligrosidad y evaluación de riesgo del fitoplancton tóxico en cuerpos de agua. Los programas de monitoreo del fitoplancton tóxico han considerado casi de manera exclusiva a los dinoflagelados y diatomeas tóxicas, pero ahora sabemos que es importante que se tomen en cuenta las toxinas de cianobacterias debido al impacto que tienen en la salud humana. Algunas cianobacterias producen metabolitos secundarios que incluyen hepatotóxi-

nas, neurotoxinas y citotoxinas que generan problemas agudos y crónicos de salud humana y animal, con el consecuente impacto de contaminación de reservas de agua y actividades económicas relacionadas con la recreación, turismo, pesca, acuicultura, etc. Existen reportes sobre envenenamiento, enfermedades, e incluso muerte, por exposición y/o consumo de cianobacterias por crustáceos y moluscos cultivados, animales de granja y hasta en humano. Por ejemplo, en 1972 y 1973 se

registraron mortalidades de peces en la Bahía de Biscayne, Florida, asociadas a varias especies de cianobacterias tóxicas. En Australia, el caso más grave de envenenamiento en humanos fue causado por una proliferación de cianobacterias en Palm Island en 1980. En Micronesia, en 1994, hubo un caso de muerte masiva de peces juveniles asociada a una proliferación simultánea de algas entre las que se encontraban las cianobacterias *Schizothrix calcicola* y *Lyngbya majuscula* y, desde 1995, en San Roque Dam, Argentina, se han estado haciendo monitoreos de primavera a otoño en estanques de agua para uso humano, ya que se detectaron proliferaciones de cianobacterias tóxicas que además provocan mal olor y sabor al agua. En la India, *Schizothrix*, *Lyngbya* y *Synechococcus*, han causado mortalidades en estanques de acuicultura en fechas recientes. En México, en 1991 se registraron varios casos de proliferaciones de cianobacterias (*Schizothrix calcicola*, *Anabaenopsis elenkenii*, *Oscillatoria lemmitica* y *Anabaena aequalis*), junto con un dinoflagelado (*Prorocentrum minimum*), en estanques de cultivo semi-intensivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en Sinaloa, causando en los organismos efectos de estrés, variación de talla y peso, infecciones virales, e incluso la muerte. En los últimos años, han sucedido varios casos de desarrollo anormal, enfermedad y hasta muerte de crustáceos cultivados en otras zonas



Figura 1. *Schizothrix calcicola* (*S. lenormandiana*) (<http://www-cyanosite.bio.purdue.edu/images/images.html>) considerada responsable de graves pérdidas en cultivos de camarón en Sinaloa, México.

del noroeste de México. Algunas personas que estuvieron en contacto con los estanques y camarones expues-

tos a proliferaciones de cianobacterias, particularmente de *Schizotrix calcicola* resultaron afectadas.

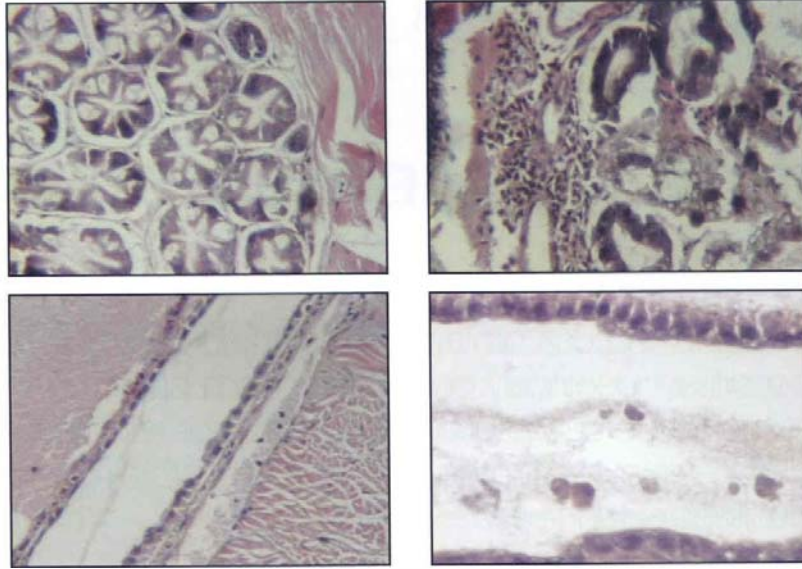


Figura 2. Histopatología del hepatopáncreas e intestino de postlarvas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) expuestas a la cianobacteria *Schizotrix calcicola* en ensayos experimentales. (a) Tejido normal de hepatopáncreas; (b) Se observa el deterioro del hepatopáncreas y el influxo de hemocitos que produce inflamación y puede afectar la absorción y digestibilidad del alimento, explicando el menor crecimiento, talla y susceptibilidad a enfermedades que afectan los rendimientos del cultivo expuesto a la cianobacteria; (c) Imagen del intestino medio normal; (d) Descamación del intestino medio por exposición a la cianobacteria.

Experimentos

Con el interés de verificar el efecto de esta cianobacteria en los cultivos de camarón, realizamos algunos experimentos utilizando una cepa de colección (*S. calcicola* UTEX B-1936) del Laboratorio de Botánica de la Universidad de Texas y post-larvas PL30 de camarón blanco obtenidas del laboratorio de Larvas del CIBNOR. El diseño experimental consistió en el empleo de 30 recipientes de 20 L a 50% de capacidad colocando los organismos a una densidad de 6 organismos/L durante 15 días con iluminación tenue y aireación continua. La salinidad (35.5 ± 0.7 ppm) y la temperatura ($24.5 \pm 1.3^\circ$ C) fueron monitoreadas y el recambio de agua (100%) realizado diariamente mediante sifoneo, utilizando tubo de plástico con un filtro de 500 μ m en el extremo. El agua removida fue tratada con 1-2ml de hipoclorito de sodio al 2% durante 48 h antes de ser desechada. El alimento, de tipo comercial (0.3 g por contenedor), finamente molido (300-700 μ m), fue proporcionado cada mañana permitiendo su sedimentación mediante la interrupción de la aireación. Cuando las larvas se aproximaban al alimento, se aplicaban 150 mg de la cianobacteria suspendida en 0.5 ml de agua marina filtrada e irradiada con radiación ultravioleta sobre el alimento, para inducir la ingesta. Después de 5-10 min, se restableció la aireación tratando de evitar la resuspensión del alimento o las cianobacterias. Se recolectaron diariamente 2 post-larvas, tanto de los tanques control (sin cianobacteria) como de los expuestos, y se prepararon para el análisis histológico correspondiente. Los organismos sobrevivientes fueron pesados en grupo y el peso individual estimado considerando el número de organismos sobrevivientes. El diseño experimental resultó ser adecuado, pues los camarones en los controles no mostraron ningún comportamiento anormal o mortandad elevada. Los animales expuestos a la cianobacteria, sin embargo, sí mostraron una menor actividad de ingesta de

alimento, lo que pudo ser corroborado por la cantidad de alimento recogida diariamente. En estos casos se pudo observar que el tracto digestivo de los camarones adquirió una coloración azul-verde indicando la presencia de la cianobacteria. En consecuencia, la ganancia en peso y el crecimiento entre ambos grupos fue significativa. Los análisis histopatológicos revelaron que *S. calcicola* es capaz de producir la disrupción de los microfilamentos, inflamación hemocítica y necrosis de la mucosa del epitelio del intestino y ciego de la porción posterior del intestino (Fig. 2). Adicionalmente a la existencia de posibles inhibidores del apetito, presumimos que estas lesiones dieron origen a la diferencia en talla observada entre camarones expuestos y no-expuestos a la cianobacteria, lo que alcanzó valores de hasta un 20%. El mecanismo mediante el cual se producen estas lesiones se mantiene sin explicación. La endotoxina de *S. calcicola* no ha sido aún caracterizada, aunque se sabe que también provoca cuadros de gastroenteritis en humanos.

Otros investigadores también han venido documentando la presencia de cianobacterias tóxicas en los estanques de cultivo de camarón y han demostrado que los crustáceos pueden acumular algunas de las toxinas producidas por las cianobacterias con muy lentas velocidades de depuración. Esta observación no debe de ser desatendida, ya que el establecimiento de Reglas para el comercio internacional considerarán la determinación y cuantificación de cianotoxinas en los camarones. El conocimiento de los mecanismos fisiológicos y bioquímicos asociados al fenómeno de toxificación, depuración y patología (o resistencia) de las distintas especies de organismos utilizados en acuicultura, permitirá un mejor manejo de los mismos para salvaguardar la sustentabilidad del esfuerzo invertido en el desarrollo de esta importante actividad.

* Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Box 128, La Paz, BCS, México. jlochoa@cibnor.mx.