

## **RIESGOS ASOCIADOS CON PRODUCTOS QUÍMICOS Y OTROS AGENTES UTILIZADOS EN LOS INTENTOS DE CONTROLAR EL VIRUS DEL SÍNDROME DE LA MANCHA BLANCA**

By Laurence Massaut, Ph.D. Stanislaus Sonnenholzner, Ph.D. and Claude E. Boyd, Ph.D.

**Autor: Se debe hacer un mayor esfuerzo para preparar listas de químicos aceptables y recomendaciones para el uso de estos químicos.**

Los productores de camarón en Asia y en las Américas han utilizado una amplia gama de agentes químicos y biológicos en un intento por controlar la enfermedad del virus del síndrome de la mancha blanca (WSSV). Se cree que algunas de estas sustancias matan el virus WSS o sus posibles portadores.

Se afirma que otras sustancias estimulan el sistema inmunológico de los camarones y los ayudan a resistir la enfermedad. También se cree que las sustancias que mejoran las condiciones ambientales en los estanques y, por lo tanto, reducen el estrés, aumentan la resistencia del camarón a las enfermedades.

Los agentes utilizados en estos intentos se pueden aplicar al suelo y al agua del estanque antes de sembrar los camarones, aplicarlos al agua durante el cultivo o agregarlos al alimento. Aunque algunos productos pueden ser beneficiosos cuando se aplican a sistemas de acuicultura en concentraciones bajas, pueden ser tóxicos para los camarones en concentraciones más altas, causar problemas ambientales en estanques o ecosistemas circundantes, acumularse en el tejido del camarón y presentar un problema de seguridad alimentaria o ser peligrosos para los trabajadores en la industria camaronera.

En este artículo comentaremos el estado medioambiental, laboral y de seguridad alimentaria de estas sustancias. Esta información fue compilada de literatura reciente y del sitio de Internet de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, <http://www.epa.gov>).

### **Insecticidas**

Tres productos químicos utilizados en el esfuerzo contra el virus del síndrome de las manchas blancas son los insecticidas; es decir, productos Sevin, Dipterex y Neem. El combustible diesel también se considerará un insecticida porque se usa para matar insectos acuáticos.

- Sevin, dipterex

Según la EPA, Sevin es un insecticida carbamato moderadamente tóxico. Puede producir efectos adversos en humanos por contacto con la piel, inhalación o ingestión. Sin embargo, la evidencia indica que es poco probable que el carbarilo, el principal ingrediente activo de Sevin, sea cancerígeno. El carbarilo inhibe la colinesterasa, una enzima necesaria para las funciones normales del sistema nervioso en los animales. El carbarilo puede entrar en los animales por ingestión o absorción directa por contacto dérmico. Se puede producir cierta acumulación de carbarilo en el bagre, el cangrejo de río y los caracoles, así como en las algas y la lenteja de agua. El nivel de residuos en el pescado puede ser 100 veces mayor que la concentración de carbarilo en el agua. En general, el carbarilo se metaboliza y degrada rápidamente y no debería representar un riesgo de bioacumulación significativo en aguas alcalinas de estanques camaroneros. En el agua superficial, el carbarilo es degradado por bacterias y por hidrólisis, pero la volatilización del agua es muy lenta. El

carbarilo tiene una vida media de aproximadamente 10 días a pH neutro, pero su tiempo de residencia aumenta considerablemente al aumentar la acidez.

Dipterex (Crustabay o Synterex) es un organofosforado y está clasificado por la EPA como moderadamente tóxico. El principal ingrediente activo, el triclorfón, es moderadamente tóxico por ingestión o absorción dérmica. La sensibilidad de la piel y las alergias pueden resultar en humanos por exposición dérmica. La exposición repetida o prolongada a organofosforados puede producir los mismos efectos que la exposición aguda. El triclorfón y otros compuestos organofosforados disminuyen la actividad de la enzima colinesterasa y son altamente tóxicos para la mayoría de las especies acuáticas. La EPA informa valores de LC50 a 96 horas de 0,18 miligramos por litro en *Daphnia*, 0,01 miligramos por litro en moscas de piedra, 7,8 miligramos por litro en cangrejos de río, 1,4 miligramos por litro en trucha arco iris y 0,88 miligramos por litro en bagre de canal. La toxicidad en el campo difiere según la especie y puede verse afectada por muchos factores, como la temperatura, el pH y la dureza del agua. La toxicidad generalmente aumenta con una temperatura más alta y un pH más alto. Los estudios no mostraron la posibilidad de que el triclorfón se acumule en los peces y se degrada rápidamente en agua alcalina de pH 8,5 o superior. Aproximadamente el 99 por ciento del triclorfón aplicado se descompone dentro de las 2 horas posteriores a la aplicación en agua alcalina, pero es estable durante períodos más largos a un pH más bajo. El principal producto de degradación del triclorfón es el diclorvos (DDVP), que también es un insecticida. El diclorvos persiste a niveles detectables durante 526 días en agua a 20 ° C.

Sevin y Dipterex deben manipularse con cuidado. Como ocurre con todos los inhibidores de la colinesterasa, la exposición aguda a concentraciones elevadas o la exposición crónica a concentraciones menores pueden provocar una disminución de los niveles de colinesterasa en sangre, enfermedad e incluso la muerte. Los trabajadores deben usar ropa protectora y evitar la inhalación del vapor de estos compuestos. El antídoto para la intoxicación por un inhibidor de la colinesterasa es el sulfato de atropina, y esta sustancia debe estar disponible en caso de emergencia. Los derrames de Sevin o Dipterex pueden ser altamente tóxicos en los ecosistemas acuáticos naturales alrededor de las granjas camaroneras.

- Extractos de Neem

También se utilizan ocasionalmente insecticidas naturales derivados de productos del árbol de Neem (*Azadirachta indica* o *Antelaea azadiracta*). Son activos contra nematodos, hongos y ostrácodos (Crustáceos) a un nivel de 10 ppm de extracto de semilla de Neem (NSKE) (Schmutterer y Ascher 1987). No hay información sobre la persistencia de extractos de Neem en ambientes acuáticos; se sabe poco sobre su toxicidad u otros efectos en los seres humanos.

- Combustible Diésel

Los estanques de producción a menudo contienen una gran cantidad de barqueros de agua (*Corixidae*) y los análisis de PCR han demostrado que son portadores potenciales del virus WSS. Las larvas de estos insectos acuáticos se concentran en la interfaz aire-agua para respirar. Los agricultores tratan de controlar su número aplicando combustible diésel a las superficies de los estanques para evitar que las larvas respiren. Es dudoso que se pueda lograr una cobertura suficiente de las superficies de agua con diésel para controlar las larvas. Además, se ha demostrado que los peces y otros animales acuáticos expuestos a productos derivados del petróleo pueden desarrollar sabores desagradables que se describen de forma diversa como "aceitosos", "combustible diésel", "petróleo" o "queroseno" y ser rechazados en el mercado.

## Bactericidas

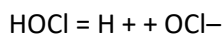
Los bactericidas utilizados en los intentos de controlar el WSSV incluyen compuestos de cloro, formaldehído, providona yodada, compuestos de amoníaco cuaternario, furazolidona, verde de malaquita, hidróxido de calcio y extractos de plantas.

## Cloro, compuestos asociados

Los compuestos de cloro más comunes para la desinfección son el cloro gaseoso ( $\text{Cl}_2$ ), el hipoclorito de calcio [ $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ] y el hipoclorito de sodio ( $\text{NaOCl}$ ). Cuando se agrega cloro gaseoso al agua, se hidroliza para formar ácido hipocloroso ( $\text{HOCl}$ ) y ácido clorhídrico ( $\text{HCl}$ ):



El ácido clorhídrico está completamente ionizado y, según el pH y la temperatura, el ácido hipocloroso se ioniza en ion hidrógeno ( $\text{H}^+$ ) e ion hipoclorito ( $\text{OCl}^-$ ):



Por encima de pH 2, esencialmente no habrá  $\text{Cl}_2$  en el agua. La ionización de  $\text{HOCl}$  alcanza el 50 por ciento a pH 7,4 y, a valores de pH más altos, habrá más  $\text{OCl}^-$  que  $\text{HOCl}$ . Cuando se agrega hipoclorito de sodio o calcio al agua, también forman  $\text{HOCl}$  y  $\text{OCl}^-$  en relación con el pH y la temperatura. El ácido hipocloroso y el hipoclorito se denominan residuos de cloro libre. La distribución relativa de estas dos especies es muy importante porque la eficacia desinfectante del  $\text{HOCl}$  es de 40 a 80 veces mayor que la del  $\text{OCl}^-$  (White 1992).

El cloro oxida fácilmente sustancias como  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  y materia orgánica, y se reduce a ion cloruro no tóxico. Una vez que se completa la oxidación, el cloro reacciona con el amoníaco para formar cloraminas. Después de que el amoníaco y otras sustancias reducidas hayan reaccionado con el cloro, la adición continua de cloro dará como resultado un aumento directo de los residuos de cloro libre ( $\text{HOCl}$  y  $\text{OCl}^-$ ). La principal razón para agregar suficiente cloro para obtener un cloro residual libre es garantizar la desinfección (White 1992). La cantidad de cloro que se debe agregar para alcanzar el nivel deseado de residuo se llama demanda de cloro.

La cloración es un método comúnmente utilizado para la destrucción de organismos patógenos y otros organismos nocivos en el agua potable. En la desinfección, se agrega suficiente cloro para satisfacer la demanda de cloro y proporcionar residuos de cloro libre. Algunos componentes orgánicos del agua reaccionan con los residuos de cloro para formar compuestos tóxicos como trihalometanos, dioxinas y bifenilos policlorados (PCB). Se sospecha que estos compuestos son carcinógenos (White 1992) y pueden contaminar los alimentos. Las dioxinas y los PCB son moléculas térmicamente estables que resisten la oxidación y la hidrólisis y persisten en el medio ambiente. La EPA menciona que tanto las moléculas de dioxina como las de PCB rara vez causan toxicidad aguda en humanos, pero tienen efectos marcados después de exposiciones repetitivas o crónicas. La principal amenaza asociada con su presencia en el camarón es la creciente preocupación en los mercados internacionales por los alimentos contaminados. La implementación de regulaciones más estrictas para la importación de alimentos conducirá finalmente al rechazo de camarones que contienen dioxinas o PCB. Por supuesto, no se cree que la principal fuente de contaminación por dioxinas y PCB en camarones cultivados sea el resultado del uso de cloro en criaderos o estanques de producción, sino del uso de aceite de pescado en la preparación de alimentos.

La cloramina y el dióxido de cloro (ClO<sub>2</sub>) posiblemente tengan ventajas sobre el cloro gaseoso y el hipoclorito de calcio para su uso en agua que contiene amoníaco y materia orgánica en concentraciones apreciables. Las cloraminas contienen cloro y amoníaco en diversas proporciones (NH<sub>2</sub>Cl, NHCl<sub>2</sub>, NCl<sub>3</sub>). La ventaja de la cloramina es que ya está combinada con amoníaco y no formará compuestos orgánicos halogenados. Su poder desinfectante es tan bueno como el del cloro, siempre que exista un mayor tiempo de contacto. El dióxido de cloro es igual o superior al cloro en poder desinfectante. Tiene un potencial de oxidación extremadamente alto, lo que explica sus potentes poderes germicidas. Se cree que los residuos de dióxido de cloro y los productos finales se degradan más rápido que los residuos de cloro. No se ha observado la formación de compuestos orgánicos halogenados con el uso de dióxido de cloro, como ha sido el caso del cloro y los hipocloritos (Tchobanoglous 1991).

El cloro gaseoso es tóxico y varios accidentes extremadamente graves con numerosas muertes han resultado en varios países por el transporte y uso de cloro (White 1992). Si los contenedores de este gas se transportan con frecuencia dentro de un área en particular, es casi seguro que eventualmente ocurra un accidente grave. Además, las fugas de cloro gaseoso pueden tener consecuencias graves para los trabajadores, por lo que los trabajadores deben disponer de máscaras respiratorias.

- Formaldehído

La solución de formaldehído (o formalina) es un desinfectante general que se utiliza como germicida, fungicida o conservante en diversas industrias. Su principal modo de acción es formar enlaces cruzados covalentes con grupos funcionales en proteínas. La formalina provocará irritación del sistema respiratorio y reacciones cutáneas en los seres humanos. Se sospecha que es carcinógeno. En el contexto de la acuicultura, el producto químico puede aplicarse a todo el volumen del estanque, pero más comúnmente, el tratamiento se limita a los charcos de agua en el fondo de los estanques después de la cosecha. También se utiliza como desinfectante en criaderos. Se cree que el formaldehído se degrada por procesos naturales antes de que los camarones se siembren para la próxima cosecha (Boyd y Massaut 1999). No se cree que el uso de una solución de formaldehído presente ningún peligro para la seguridad alimentaria.

- Providona yodada

El efecto germicida del yodoneo se basa en la acción del yodo. Este producto se comercializa como Chemlok I, que contiene 10 por ciento de yodo providona y 1 por ciento de yodo disponible, o como argentino. El uso de yodo providona ha sido aprobado por la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA) como desinfectante de huevos de pescado. Se usa comúnmente en Ecuador para desinfectar larvas y nauplios, exponiéndolos a 20 ppm de yodo disponible en un lote de inmersión durante 30 segundos. Se cree que la providona yodada se degrada mediante procesos naturales en el agua y no debería representar una amenaza para el medio ambiente (Boyd y Massaut 1999). Falta información científica sobre la posibilidad de que este compuesto o sus productos de reacción o degradación sean bioacumulativos.

- Compuestos de amoníaco cuaternario

Timen (cloruro de n-alkil dimetil bencil amonio) y Bromol-50 (que contiene didecil y bromuro de dimetil amonio) son compuestos de amonio cuaternario que se utilizan en los criaderos para desinfectar larvas, tanques y otros equipos. Estos compuestos a veces se agregan a estanques a 400 gramos por hectárea en un intento de matar las bacterias. Los compuestos de amonio cuaternario alteran las membranas celulares y son más activos contra las bacterias gramnegativas. No hay

información sobre la posibilidad de que estos compuestos, sus productos de reacción o sus productos de degradación sean bioacumulativos o supongan una amenaza para el medio ambiente.

- Compuestos de amonio cuaternario

Timisen (cloruro de n-alquil dimetil bencil amonio) y Bromol-50 (que contiene didecil y bromuro de dimetil amonio) son compuestos de amonio cuaternario que se utilizan en los criaderos para desinfectar larvas, tanques y otros equipos. Estos compuestos a veces se agregan a estanques a 400 gramos por hectárea en un intento de matar las bacterias. Los compuestos de amonio cuaternario alteran las membranas celulares y son más activos contra las bacterias gramnegativas. No hay información sobre la posibilidad de que estos compuestos, sus productos de reacción o sus productos de degradación sean bioacumulativos o supongan una amenaza para el medio ambiente.

- Furazolidona y malaquita verde

La furazolidona es un antibiótico común utilizado por los seres humanos como tratamiento profiláctico. En acuicultura, se utiliza para desinfectar larvas y como agente profiláctico durante el transporte. También se utilizan otros antibióticos para el tratamiento de la enfermedad del camarón en criaderos y estanques de engorde o se aplican de forma profiláctica para prevenir brotes de enfermedades. El uso de antibióticos en el cultivo de camarón plantea varios problemas de preocupación para la salud humana, la calidad del producto y el medio ambiente. Varios estudios en granjas de salmón han demostrado que los residuos de antibióticos pueden ser extremadamente persistentes en los sedimentos marinos y pueden conducir al desarrollo de resistencia bacteriana a los antibióticos. El uso de cloranfenicol ha provocado una mayor resistencia bacteriana en los criaderos de camarón en Ecuador (Baticados y Paclibare 1992).

Se desconocen las implicaciones ecológicas de tal uso indebido de antibióticos, pero al menos existe una amenaza directa para el cultivo de camarón creada por la aparición de patógenos resistentes a los antibióticos. También existe la preocupación de que la transferencia de dicha resistencia a patógenos humanos pueda tener graves consecuencias para la salud humana. Los antibióticos pueden dejar residuos en la carne de los camarones que pueden provocar el rechazo de productos en los mercados de exportación. Se detectaron residuos del antibiótico oxitetraciclina en camarones criados en granjas de Tailandia y provocaron el rechazo de los envíos a Japón (Macintosh y Phillips 1992). El verde de malaquita se usa a veces en los criaderos de Ecuador para desinfectar larvas y nauplios. Su uso en acuicultura está prohibido en Estados Unidos. Fármacos como la furazolidona y el verde de malaquita están implicados como posibles carcinógenos y alérgenos (Schnick, 1991).

- Hidróxido de calcio y óxido de calcio

El hidróxido de calcio (cal hidratada) y el óxido de calcio (cal quemada) se utilizan a razón de 100 kilogramos por hectárea en estanques de producción en un intento de reducir las bacterias patógenas, aumentando temporalmente el pH del agua a 10 o más. Tanto la cal hidratada como la cal quemada son fuertemente cáusticas y deben manipularse con precaución. El contacto con los ojos puede causar ceguera y el contacto con la piel puede provocar irritaciones graves. Si se usan en exceso, estos compuestos aumentan el pH del agua hasta 10 o más y causan toxicidad a las plantas y animales acuáticos, aunque este riesgo es bajo en agua salobre bien tamponada. El pH del agua disminuirá a niveles aceptables dentro de unos días después de las aplicaciones, y se pueden sembrar estanques. Los materiales de encalado deben almacenarse en interiores. Grandes

derrames de cal hidratada o cal quemada en la tierra o en el agua pueden causar un pH alto en las aguas circundantes. El hidróxido de calcio y el óxido de calcio no son peligros conocidos para la seguridad alimentaria (Boyd y Massaut 1999). Parte del calcio será absorbido por la biota del estanque para convertirse en componentes normales de plantas y animales, adsorbido por el suelo o disuelto en el agua.

- Extractos de plantas

En Ecuador se utilizan tres agentes, KILOL, ajo y extracto de maracuyá. KILOL está elaborado a partir de extractos de semillas de pomelo y contiene una mezcla de ácido ascórbico y grandes cantidades de oligoelementos amino. Se aplica a estanques de camarones, ya sea directamente o mezclado con cal, y se afirma que es un mejorador de la calidad del agua y bactericida en general. También se agrega a veces a la alimentación de camarones. Ambos compuestos principales de KILOL están incluidos en la lista GRAS de la FDA y, en general, se consideran seguros si se agregan a los alimentos para humanos. El ajo y el extracto de maracuyá también se aplican a los estanques como posibles bactericidas. Estos compuestos no deben causar daños al medio ambiente ni plantear problemas de seguridad para los trabajadores o contaminación de los alimentos.

### **Potenciadores de la calidad del agua**

El grupo de productos químicos llamados potenciadores de la calidad del agua comprende productos que se utilizan en los intentos de eliminar el amoníaco y mejorar la calidad del agua en los estanques. Los más utilizados son zeolita, KILOL y probióticos. La zeolita es una arcilla de aluminosilicato de alta capacidad de intercambio catiónico y se aplica a los estanques de camarones a tasas de 20 a 50 kilogramos por hectárea. Los criadores de camarones aplican zeolita en un intento de reducir las concentraciones de amoníaco, pero no es eficaz para este propósito (Boyd 1995). La zeolita se depositará en el fondo del estanque y no entrará en la cadena alimentaria. No causa problemas de seguridad alimentaria ni amenazas ambientales. KILOL ya se ha discutido anteriormente. Los probióticos que se utilizan comúnmente en el manejo de estanques son los inóculos de bacterias vivas (organismos no patógenos) y los productos de fermentación ricos en enzimas extracelulares. Ejemplos de probióticos son Biobac, una solución de enzima aplicada a razón de 0,5 a 1,0 litros por hectárea como potenciador de la calidad del suelo y el agua, y Biostart, un producto de fermentación que se aplica de 2 a 4 ppm cada dos días. Se desconocen los mecanismos de acción de los probióticos y no se han identificado claramente las condiciones bajo las cuales se pueden esperar mejoras. La adición de probióticos a los estanques de camarones no debería resultar en ningún daño al cultivo de camarones o al medio ambiente. Se cree que los probióticos no suponen ningún peligro para la seguridad alimentaria.

### **Inmunoestimulantes**

El último grupo de agentes comprende productos utilizados en intentos de estimular el sistema inmunológico del camarón. Incluye Chanca piedra (un extracto de la planta *Phyllanthus niruri*), mezclas de vitaminas (p. Ej., Rovimix que contiene una gran variedad de vitaminas y minerales), productos que contienen glucano, probióticos, extractos de productos naturales (p. Ej., Aceite de aleo, ajo, extracto de frutas de la pasión) y productos homeopáticos (por ejemplo, Promotor H). En general, estos productos se mezclan con el alimento y se agrega aceite de pescado en el proceso para asegurar un recubrimiento estable. Su eficacia en estanques de acuicultura aún debe

demostrarse y particularmente en el contexto del WSSV. En general, los inmunoestimulantes no deben causar ningún peligro para el medio ambiente o problemas de seguridad alimentaria.

### Conclusiones

El riesgo asociado con los agentes utilizados en los intentos de controlar la enfermedad por WSSV se resume a continuación en la Tabla 1:

**Table 1. Risk associated with agents used in attempts to control WSSV.**

Agent	Direct Risk To Shrimp	Human Risk In Handling	Environmental Risk	Food Safety Risk
<b>Insecticide*</b>				
Sevin	++	++	+++	+
Dipterex	++	++	+++	+
Neem Extracts	++	++	+++	+
Diesel	+	0	+++	++
<b>Bactericides*</b>				
Chlorine	+	+++	+	++
Chloramine	+	+	0	0
Chlorine Dioxide	+	+++	0	0
Formaldehyde	+	++	+	0
Providone-iodine	+	0	+	+
Quaternary Ammonia Compounds	+	0	+	0
Antibiotics	+	0	++	++
Malachite Green	+	+	++	++
Calcium Hydroxide / Calcium Oxide	0	+	+	0
KIOL	0	0	0	0
<b>Water Quality Enhancers</b>				
Zeolite	0	0	0	0
Probiotics	0	0	+	0
<b>Immunostimulants</b>				
Immunostimulants	0	0	0	0

\* Direct risk to the shrimp of insecticides and bactericides are based on the doses recommended by the product manufacturer.

0 = no risk; + = low risk; ++ = moderate risk; +++ = high risk

Fuente: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/risks-associated-with-chemicals-and-other-agents-used-in-attempts-to-control-white-spot-syndrome-virus/>

Algunos productos químicos de la acuicultura pueden ser irritantes o toxinas para los trabajadores que los aplican a los estanques, y el combustible diesel es inflamable o explosivo. Los criadores de camarones generalmente son conscientes de los peligros humanos que enfrentan al manipular productos químicos, pero a menudo pasan por alto el impacto potencial de las sustancias en el medio ambiente circundante y en la calidad de los productos alimenticios acuáticos. Debido a la creciente preocupación por el daño potencial de los efluentes de la acuicultura en los cuerpos de agua receptores, la preocupación por la contaminación de productos alimenticios acuáticos con

sustancias químicas bioacumulativas y potencialmente dañinas, y los riesgos humanos asociados con el almacenamiento y manipulación de algunas sustancias químicas utilizadas en la acuicultura, los agricultores deben considerar cuidadosamente las consecuencias del uso de agentes biológicos y químicos en el cultivo de camarón.

Es evidente a partir de la extensa literatura sobre insecticidas que su uso debe desaconsejarse en la acuicultura debido a sus propiedades bioacumulativas y al alto riesgo de contaminar el medio ambiente. La mayoría de los bactericidas probablemente se degradan por procesos naturales, pero existe la posibilidad de que se desarrollen cepas resistentes de bacterias mediante el uso repetido de bactericidas. Además, algunos bactericidas pueden acumularse en el tejido del camarón y plantear un problema de seguridad alimentaria. La mayoría de las sustancias que se utilizan para mejorar la calidad del agua o para estimular el sistema inmunológico de los camarones presentan poco o ningún riesgo para el medio ambiente o la seguridad alimentaria.

En la mayoría de los países no se han formulado pautas y regulaciones adecuadas con respecto a los productos químicos y otros agentes. Los criadores de camarones que usan estas sustancias deben seguir las etiquetas de los productos con respecto a la dosis, el período de espera, el uso adecuado, el almacenamiento, la eliminación y otras limitaciones, incluidas las precauciones ambientales y de seguridad humana. Además, se deben mantener registros cuidadosos con respecto al uso de productos químicos en estanques, como lo sugiere el método de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP). Debe hacerse un mayor esfuerzo para preparar listas de productos químicos aceptables y recomendaciones para el uso de estos productos químicos. Algunos productos químicos son necesarios en la acuicultura, y la industria acuícola de todo el mundo debe desarrollar e implementar un sistema para usarlos de manera segura y aceptable para el público.

*(Nota del editor: este artículo se publicó originalmente en la edición impresa de junio de 2000 de Global Aquaculture Advocate).*