

USO DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN LA SALMONICULTURA: REVISIÓN DE PRÁCTICAS ACTUALES Y POSIBLES EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

Les Burridge¹, Judith Weis², Felipe Cabello³ y Jaime Pizarro⁴

**¹Fisheries and Oceans Canada
St. Andrews Biological Station
St. Andrews, New Brunswick Canadá
E5B 2H7**

**² Dept. of Biological Sciences
Rutgers University,
Newark, New Jersey
07102**

**³ Dept. Microbiology and Immunology,
New York Medical College,
Valhalla, New York
10595**

**⁴Facultad de Ingeniería
Universidad de Santiago de Chile
Alameda 3363
Santiago, Chile**

Noviembre de 2007

Resumen ejecutivo

Los aportes de productos químicos al ambiente marino provenientes de la salmonicultura caben, por lo general, en dos categorías: intencionales y no intencionales. Los aportes intencionales incluyen pesticidas, medicamentos, productos anti-incrustantes, anestésicos y desinfectantes. Los aportes no intencionales incluyen sustancias contaminantes a partir de aditivos del alimento de los peces e ingredientes denominados inertes en las fórmulas de pesticidas y medicamentos. En este informe se pasa revista a la actual situación de los aportes químicos intencionales, los reglamentos y la investigación en la industria de la salmonicultura en Noruega, Escocia, Canadá y Chile. En el informe también se identifican los vacíos en la investigación y se hacen recomendaciones.

Antibióticos

Tal como en la cría industrial de otros animales terrestres para fines de alimentación, entre ellos el ganado y las aves, en la salmonicultura se usan antibióticos para controlar infecciones. Para usar tales compuestos se requiere una receta veterinaria. La producción de animales de cría consume una gran cantidad de antibióticos a nivel mundial y las cantidades de estos medicamentos que se usan en la salmonicultura son pequeñas en comparación con las de otras industrias de producción de alimentos. Además, los datos publicados disponibles muestran que el uso de antibióticos en la salmonicultura está disminuyendo en la mayoría de los lugares. No obstante, el hecho de que las demás industrias de producción de alimentos usen mayores cantidades de antibióticos no es una razón suficiente para ignorar el uso de estas sustancias, uso que probablemente es excesivo, en la salmonicultura. Según los datos, en zonas geográficas relativamente pequeñas de Chile se han usado grandes cantidades de antibióticos. Por su parte, en British Columbia (Canadá) la cantidad de antibióticos recetados por tonelada métrica de producción también es muy alta en comparación con los niveles de Noruega o Escocia. En este sentido, los hallazgos apuntan a que esos niveles tan abultados sólo pueden explicarse por un uso excesivo y profiláctico. Por lo general, el uso excesivo y profiláctico de antibióticos en la cría de animales es el resultado de fallas en los métodos de cría y en las condiciones higiénicas que favorecen el estrés entre los animales y las infecciones oportunistas y su contagio. Ya está bastante demostrado que el uso excesivo y profiláctico de antibióticos en animales tiene un efecto negativo en la terapia antibiótica de infecciones por bacterias animales y humana debido a que 1) las bacterias zoonóticas resistentes a los antibióticos pueden infectar a animales y seres humanos; y 2) los patógenos animales y humanos pueden compartir determinantes genéticos de resistencia a los antibióticos como resultado del intercambio horizontal de información genética. Independientemente de los motivos para recetar antibióticos, la aplicación de grandes cantidades puede implicar riesgos.

El tratamiento con antibióticos en la salmonicultura se lleva a cabo a través inmersión con fármacos y alimentos medicamentados. En ambos casos, existe la posibilidad de que los antibióticos pasen al medio ambiente (situación que afecta la vida silvestre), permanezcan ahí durante períodos prolongados y sigan ejerciendo su efecto antibiótico. Hay múltiples inquietudes respecto del uso excesivo de antibióticos en la salmonicultura y entre ellas está el desarrollo de bacterias resistentes a los antibióticos en la flora y los patógenos normales de las piscinas, los

efectos debido a la persistencia de estos fármacos y los residuos de antibióticos encontrados en sedimentos y en la columna de agua. Estos antibióticos persistentes desarrollan bacterias libres resistentes a los antibióticos, proceso que altera la composición de la flora bacteriana normal de aguas dulces y marinas. Los datos indican que estos organismos resistentes a los antibióticos en los ambientes marinos traspasarán a su vez sus genes resistentes a otras bacterias, entre ellos patógenos humanos y animales.

Debido a su toxicidad, los antibióticos también pueden afectar la composición de la comunidad de fitoplancton, la comunidad de zooplancton e incluso la diversidad de poblaciones de animales más grandes. De este modo, las posibles alteraciones en la diversidad de la microbiota marina producidas por los antibióticos podrían modificar la homeostasis de los ambientes marinos y afectar complejas formas de vida, entre ellos peces, moluscos, mamíferos marinos y seres humanos.

Por lo tanto, el uso excesivo de antibióticos en acuicultura tiene el potencial de perjudicar la salud de los peces, del medio ambiente, de la fauna silvestre y de la salud humana. Por todos estos motivos, debería ser materia de atención especial de parte de la industria de la acuicultura y sus fiscalizadores, de los funcionarios públicos encargados de la salud animal y humana y de la protección ambiental y de las organizaciones no gubernamentales abocadas a la conservación del medio ambiente.

En países como Noruega y Escocia y en la Provincia de British Columbia, Canadá, se exigen informes anuales sobre los antibióticos y las cantidades utilizadas, datos que están disponibles para el público. No obstante, Chile y las provincias canadienses ubicadas en la costa este no aplican este requisito. Por su parte, la tendencia en Europa en el último decenio apunta a reducir la cantidad de antibióticos utilizados en la salmonicultura. La información más reciente proveniente de British Columbia indica una reducción en el uso de estos fármacos en esta zona, mientras que los revisores de este documento han sugerido que el uso de antibióticos también se está reduciendo en Chile, pero los autores no encontraron datos para apoyar esta aseveración. Si bien es muy difícil acceder a datos sobre el uso de antibióticos en Chile, es indudable que en el pasado la industria salmonera de este país ha aplicado cantidades de antibióticos superiores a los niveles aplicados en Europa.

Metales

Las pinturas anti-incrustantes, a base de cobre se usan en jaulas y redes para impedir el crecimiento de organismos marinos que se adhieren a ellas. La acumulación de este tipo de organismos (“epibiota”) reduciría el flujo de agua a través de las jaulas disminuyendo el oxígeno disuelto, y reduciría la durabilidad de las jaulas y su capacidad de flotar. La tasa de liberación de productos químicos de la pintura depende del agente tóxico, la temperatura, la velocidad de la corriente de agua y la ubicación física de la estructura. Los ingredientes activos de estas pinturas se disuelven en el agua y podrían tener efectos tóxicos en formas de vida marina a las cuales no están destinadas a afectar, tanto en la columna de agua como en los sedimentos bajo las jaulas, donde estos químicos tienden a acumularse. En la actualidad, las pinturas a base de cobre son el producto anti-incrustantes más utilizado. En efecto, las concentraciones de cobre encontradas en sedimentos cercanos a los sitios son superiores a aquellas recomendadas en las pautas de calidad del sedimento.

La toxicidad del cobre en el agua depende en gran medida de la forma química del cobre (“especiación”) y de la medida en la cual se enlaza a los diversos ligandos que podrían estar en el agua y que impidan que el cobre entre en contacto con los organismos. Otros elementos que afectan la toxicidad del cobre con la salinidad y el pH. Los metales como el cobre tienen una solubilidad relativamente baja en el agua y tienden a acumularse en los sedimentos. El factor más crítico respecto de la toxicidad del cobre y de otros metales en los sedimentos en qué fracción del cobre queda realmente biodisponible, es decir, cuánto puede ser captado por los organismos y por lo tanto, pueda producir efectos tóxicos. Debido a que los sedimentos bajo los cultivos tienden a reducirse, tienen alta demanda de oxígeno y grandes cantidades de sulfuro debido a las fecas de los animales y al alimento no consumido, estos sedimentos registran altas tasas de enlaces con los metales.

El organismo de protección ambiental de Escocia (Scottish Environmental Protection Agency, SEPA) exige informes anuales del uso de pinturas anti-incrustantes de cada sitio, datos que quedan a disposición del público.

El alimento para peces también contiene metales, ya sea como elemento de la harina con la cual se forma la dieta o como aditivo con fines nutricionales. Estos metales son cobre, zinc, hierro, manganeso, entre otros. En zonas cercanas a los cultivos, se han encontrado cantidades considerablemente altas sólo de cobre y zinc.

El zinc se utiliza en la salmicultura como complemento dietético puesto que es un mineral esencial. Tal como el cobre, el zinc forma enlaces con partículas finas y sulfuro en los sedimentos, e incluso cuando queda biodisponible, el zinc es mucho menos tóxico que el cobre. Los factores de especiación, biodisponibilidad en la columna de agua y en los sedimentos son similares a aquellos que rigen al cobre. Tal como con el cobre, se han encontrado concentraciones de zinc (Zn) en sedimentos cercanos a los sitios de cultivo que superan las normas de calidad del sedimento. Dada la naturaleza del sedimento bajo las jaulas de salmón, por lo general el zinc no está disponible para la mayoría de los organismos acuáticos. Algunos fabricantes de alimentos han cambiado hace poco tiempo la forma del Zn a una forma más disponible (metionina-zinc) y por consiguiente, han disminuido la cantidad de Zn en el alimento a la cantidad mínima necesarias para la salud del salmón. Los niveles de Zn en algunas dietas son hoy extremadamente bajas, situación que con el tiempo debería reducir considerablemente los aportes de este mineral al ambiente marino.

La mayoría de las investigaciones y todos los reglamentos relativos a la liberación de metales de la salmicultura se centran en las concentraciones cercanas a los sitios de cultivo y se han llevado a cabo muy pocos estudios sobre la resuspensión de los sedimentos cercanos a los sitios. Es sabido que los sitios en barbecho tienen muy poca cantidad de sulfuro y contenido orgánico en sus sedimentos. Por último, no se ha estudiado el tema de hacia dónde son transportados los metales y qué efectos pueden tener en entornos alejados de los sitios de cultivo, cuestión que merece mayor investigación.

Antiparasitarios

Los salmones de cultivo son sensibles a las epidemias por parásitos. Los piojos de mar son los ectoparásitos más comunes del salmón en cultivo y han sido un problema para la industria de la salmonicultura. Las especies que atacan al salmón Atlántico son *Lepeophtheirus salmonis* y *Caligus elongatus* en el Hemisferio Norte y *Caligus teres* y *Caligus rogercresseyi* en Chile. Las infecciones redundan en erosiones en la piel y hemorragias subepidérmicas que, de no ser tratadas, generan pérdidas cuantiosas de peces, probablemente como resultado de estrés osmótico y otras infecciones secundarias. Los piojos de mar son parásitos naturales del salmón Atlántico y Pacífico silvestre, y las infecciones han sido un problema recurrente en todos los lugares donde se desarrolla la salmonicultura. En este sentido, la mitigación, la gestión y el control efectivo de las infecciones por piojo de mar requieren buenas prácticas de administración y cría.

Para combatir las infecciones por piojos de mar se utilizan productos químicos, los cuales son liberados al ambiente acuático y pueden tener efectos sobre otros organismos y su hábitat.

El uso terapéutico de estos productos está reglamentado en todos los países donde existe la salmonicultura y para aplicarlos se requiere una receta veterinaria. Noruega, Chile y el Reino Unido tienen una lista de 5 a 10 compuestos registrados para combatir las infecciones por piojos de mar, no obstante, la mayoría de ellos no se usan hoy en día. Canadá tiene sólo dos productos registrados, ninguno de los cuales se ha recetado en los últimos años. El proceso de registro o la autorización de un permiso para utilizar un producto terapéutico incluye una evaluación del posible riesgo a partir de su uso. En la mayoría de los casos, la información proporcionada a las autoridades correspondientes por quienes solicitan el registro incluye información propietaria que no está disponible al público en general. Desgraciadamente, la falta de este tipo de información pública redundante en la imposibilidad de debatir sobre la calidad o la naturaleza de estos productos, tanto por los científicos como por quienes no lo son pero que tienen interés en el tema.

Si bien es cierto los veterinarios y los productores de salmón parecen disponer de múltiples productos para combatir las infecciones por piojos de mar, sólo se recetan unos pocos.

En todos los lugares, sólo se usa un compuesto terapéutico en el alimento, el *emamectin benzoato* (EB). De hecho, es el único producto utilizado en Canadá (en virtud del *Emergency Drug Release*) y en EE.UU. (INAD). El uso excesivo y la sobre dependencia de un compuesto único pueden redundar en el desarrollo de la resistencia al compuesto en el parásito y, como era de esperar, hace poco se informó sobre casos de resistencia en Chile. Canadá limita en tres la cantidad de tratamientos contra el piojo de mar con EB durante un ciclo de engorda; hasta cinco tratamientos pueden llevarse a cabo durante la engorda en Noruega y en el Reino Unido, mientras que en Chile pueden llevarse a cabo cuatro y ocho tratamientos. Además, en Noruega, Escocia y Canadá sólo se usa un producto en base a EB. En Chile se usan varios y parece que las dosis de tratamiento son diferentes también.

El *cypermethrin*, un pesticida piretroide, se aplica en baños de inmersión en Noruega y el Reino Unido. En Escocia este compuesto se usa en forma más frecuente que en otros lugares y la

diferencia en la tasa de uso (Kg de ingrediente activo/MT) es aproximadamente seis superior a la tasa vigente en Noruega.

Ya no se usa el organofosfato *azamethiphos* y el inhibidor de la síntesis de la quitina *teflubenzuron*. Se ha informado el desarrollo de resistencia en piojos tratados con pesticidas en base a organofosfatos y, aparentemente, ya no se produce el teflubenzuron como tratamiento contra los piojos.

Es interesante notar que el peróxido de hidrógeno, que se consideraba un producto no muy efectivo para el control del piojo de mar, se utiliza en Escocia y recientemente se utilizó en Chile. El peróxido de hidrógeno se considera el producto más “inocuo con el medio ambiente” de manera que su uso puede estar relacionado con la sensibilidad del ambiente receptor. Esta práctica también puede ser un indicio de que los demás productos no están logrando controlar los piojos de manera efectiva y, respaldaría la opinión de que hay muy pocas alternativas de tratamiento disponible.

Este cambio evidente a usar menos productos y el hecho de que cada vez se fabrican menos productos para el tratamiento del piojo de mar debería ser motivo de inquietud para la industria. Incluso los propios fabricantes de fármacos destacan los beneficios de contar con una variedad de compuestos y de aplicarlos de manera racional a fin de evitar el desarrollo de resistencias.

Los tratamientos contra los piojos no son específicos, y por lo tanto, pueden afectar a organismos silvestres en los alrededores del lugar donde se aplica el tratamiento. Por ejemplo, se ha demostrado que la langosta americana, un crustáceo decápodo original de las aguas de la Bahía de Fundy, es sensible a los tratamientos que se usan hoy (o usados históricamente) en Canadá.

Los tratamientos contra el piojo de mar no sólo tienen el potencial de afectar negativamente el medio ambiente sino que además, a través de sus efectos en organismos para los cuales no están destinados, pueden alterar la composición de las poblaciones de animales en los ambientes vecinos.

Los datos recopilados a la fecha sugieren, en general, que cuando se producen impactos negativos a partir de tratamientos antiparásitos, éstos son menores y restringidos en el tiempo y en el espacio. No obstante, los datos de campo publicados son escasos. Si bien los fabricantes de los fármacos deben entregar grandes cantidades de datos de monitoreo ambiental a las entidades fiscalizadoras, la mayor parte de la información pública disponible sobre los efectos biológicos de los diferentes compuestos se genera a partir de bioensayos de especies únicas realizadas en laboratorios.

Las salmoneras se ubican en aguas con diversas capacidades de absorción de desechos, inclusive químicos médicos, antes que se produzcan impactos ambientales inaceptables. Por lo tanto, los riesgos dependen de factores específicos del sitio y su manejo también requiere evaluaciones específicas sobre las cantidades que pueden usarse en cada lugar sin comprometer la seguridad. En la Unión Europea, se han fijado niveles máximos de residuos para todos los productos terapéuticos administrados en los alimentos. Por su parte, el Ministerio de Salud de

Canadá (*Health Canada*) y el organismo a cargo de la seguridad de los alimentos (*Canadian Food Inspection Agency*) aplican pautas similares. En Escocia, no está permitido descargar fármacos o agentes químicos de plantas salmoneras a menos que el organismo de protección ambiental escocés (SEPA) haya emitido una autorización formal a la planta en virtud de la Ley de Control de la Contaminación. SEPA también exige la entrega de informes anuales de los fármacos utilizados en cada planta, datos que están a disposición del público. Este sistema fiscalizador es un ejemplo de un plan de manejo de riesgos que debería adoptarse en todos aquellos lugares donde se usan fármacos contra el piojo de mar.

Desinfectantes

La bioseguridad es un factor sumamente importante en la salmonicultura. La presencia de la anemia infecciosa del salmón (ISA) y la incidencia de infecciones bacteriana en algunas zonas han redundado en la elaboración de protocolos para restringir la propagación de enfermedades entre los centros de cultivo. Estos protocolos dicen relación con el uso de desinfectantes en redes, botes, contenedores, impermeables, botas, equipos de buceo, plataformas y pisos. A diferencia de los parasiticidas, parece no haber ningún tipo de reglamento sobre el uso de desinfectantes. Por lo tanto, en las zonas cercanas a los muelles o en pequeñas caletas techadas, se pueden usar cantidades considerables de desinfectantes. No existe información sobre cuánto de este producto se usa en la industria del salmón, las plantas de procesamiento o en la industria de los alimentos, situación que hace muy difícil determinar las cantidades en forma precisa. En la mayoría de los casos, los desinfectantes se liberan directamente al medio ambiente. Los efectos de estos productos en el ambiente marino no han sido muy estudiados; además, sólo el Reino Unido exige a la industria de la acuicultura informar sobre las cantidades de desinfectantes que usa. Todos los compuestos utilizados son solubles en el agua y deberían ser de baja toxicidad, dependiendo de las cantidades. El riesgo que la biota acuática quede expuesta a estos compuestos depende no sólo de las cantidades utilizadas sino del lugar donde se liberan.

Los productos desinfectantes suelen contener surfactantes. Los compuestos surfactantes propiamente tales pueden no ser listados en la información de la etiqueta. Algunos de estos compuestos son conocidos por alterar las funciones endocrinas y se sabe que afectan tanto a los salmones como a otros organismos marinos. Si no se cuenta con información sobre los compuestos que se están utilizando y en qué cantidades, es extremadamente difícil evaluar los riesgos tanto para los salmones como para los demás organismos no destinatarios.

El verde malaquita es un colorante trifenilmetano (4-[4-trimetilaminofenilo]-fenilometilo]-N,N-dimetilo-anilina, soluble en agua ($110 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$). En el pasado, el verde malaquita se utilizaba como agente antimicótico en la salmonicultura. Se cree que el verde malaquita y su metabolito, el verde leucomalaquita (LMG), podrían generar daños genéticos y cáncer. Está prohibido su uso terapéutico en peces destinados al consumo humano y en la mayoría de los países tampoco se permite su presencia en alimento para animales. Pese al hecho de que está prohibido usar el verde malaquita en la salmonicultura existen informes sobre situaciones de uso ilegal en Estados Unidos y otros países. Además, un reciente estudio preliminar demuestra que se han encontrado niveles detectables de LMG en los tejidos comestibles de algunos peces silvestres (anguilas) en Alemania, aunque en concentraciones muy bajas. Los indicios que el

verde malaquita pueda ser un contaminante omnipresente en todas las zonas industrializadas es preocupante y pone en tela de juicio la habilidad de los países de realmente aplicar reglas de tolerancia cero.

Anestésicos

Los anestésicos se usan en la salmonicultura durante las operaciones de clasificación, vacunación, transporte o manipulación de peces para el recuento de piojos o el desove de los reproductores. Los compuestos disponibles están reglamentados en todos los lugares y su uso es poco frecuente y en bajas dosis, situación que limita la posibilidad de provocar daños ambientales. Sólo Escocia y Noruega exigen informes anuales sobre anestésicos y cantidades utilizadas.

Por lo general, se considera que el uso de anestésicos impone poco riesgos al medio ambiente. Probablemente, la mayoría de los anestésicos se usan en agua dulce y durante el transporte de los peces.

Conclusiones

La conclusión más importante de este informe apunta a la variabilidad en la disponibilidad de datos verificables sobre el uso de productos químicos en la salmonicultura. Si bien hay datos para Noruega y Escocia, Canadá y Chile no exigen a las plantas entregar información sobre la mayoría de los compuestos que se utilizan en las operaciones. Esta situación complica demasiado la elaboración de recomendaciones generales sobre los riesgos asociados con el uso de productos químicos. Incluso en los comentarios de los revisores y del comité directivo del Diálogo sobre salmonicultura se observan variadas opiniones respecto de qué compuestos se están usando y con qué fines. En este sentido, exigir a los salmoneros y veterinarios que informen qué están usando y cuánto solucionaría gran parte de los desacuerdos.

La Tabla 1 muestra un resumen de las cantidades de productos químicos que se usaron en la salmonicultura en Noruega, Chile, Escocia y Canadá en 2003. Aunque los autores están conscientes que estos datos tienen ya varios años, es la única serie de datos disponibles con la cual se pueden hacer comparaciones entre los diversos lugares de cultivo. Hay datos más recientes sobre el Reino Unido y Noruega y sobre algunos compuestos para Canadá, pero no hay nada para Chile. Mientras que los informes sobre el uso de antibióticos son una condición para el funcionamiento de los centros de cultivo en Noruega, Escocia y British Columbia, el uso de antibióticos informado para Chile es sólo una estimación.

La tasa de aplicación (Kg/MT) de antibióticos en Chile y British Columbia (Canadá) en 2003 fue, y puede que aún seguir siendo, muy alta en comparación con la situación de Escocia y Noruega. No hay datos sobre el uso de antibióticos en la zona este de Canadá.

La Tabla 1 muestra dos valores para la producción de salmón en Chile. El valor de FAO corresponde sólo al salmón atlántico. La cantidad informada por Bravo (2007) corresponde a todos los salmónidos. Independientemente de valor que se utilice en el cálculo, el uso informado de antibióticos es sistemáticamente superior a los valores vigentes en Europa. Además, los datos

indican que algunos antibióticos usados regularmente en humanos se utilizaron en la salmonicultura en Chile, práctica prohibida en otros lugares. No está definido si esta práctica continúa o no.

La tasa de aplicación de compuestos antiparasitarios en Chile parece ser considerablemente más alta que la de otros lugares.

Tabla 1. Clases de compuestos químicos utilizados en el cultivo de salmón atlántico, cantidades utilizadas en 2003 y cantidades aplicadas en relación con la producción.

<i>País</i>	<i>Producción de salmón (Tonelada métrica)^a</i>	<i>Tipo de tratamiento</i>	<i>Kg (ingrediente activo)utilizado</i>	<i>Kg tratamiento/ tonelada métrica producida</i>
Noruega	509.544	Antibiótico	805	0,0016
		Antiparasitario	98	0,0002
		Anestésico	1.201	0,0023
Chile	280.481 (486.837)^b	Antibiótico	133.800	0,477 (0,274)
		Antiparasitario	27.942	0,099 (0,057)
		Anestésico	3.530	0,013 (0,007)
RU	145.609	Antibiótico	662	0,0045
		Antiparasitario	110	0,0007
		Anestésico	191	0,0013
		Desinfectante	1.848	0,013
British Columbia (Canadá)	65.411^c	Antibiótico	21.781^d	0,333
		Antiparasitario	5,2^d	0,00007

- a Dato de FAO
(http://www.fao.org/fi/website/FIRetrieveAction.do?dom=collection&xml=global-aquaculture-production.xml&xp_nav=1)
- b producción informada por Bravo (2007) en reunión de WAS, San Antonio.
- c Datos de http://www.dfo-mpo.gc.ca/communic/statistics/aqua/index_e.htm
- d Fuente: Gobierno de British Columbia
(http://www.al.gov.bc.ca/ahc/fish_health/antibiotics.htm); no hay datos sobre el este de Canadá.

Vacíos en materia de investigación

Los autores están conscientes de la dificultad de formular indicadores estándares para todos considerando la especificidad de cada sitio asociada con las operaciones de salmonicultura cercanas a la costa y las diferencias físicas, químicas y reglamentarias entre los diferentes países y regiones. Además, casi todos los países aplican reglamentos considerables para todos los productos químicos que actualmente se usan en la industria de la acuicultura.

- *Faltan datos de situaciones en terreno. Se necesitan estudios de terreno para determinar si los bioensayos de especies únicas realizados en laboratorios pueden predecir los efectos biológicos en situaciones operacionales. Las investigaciones sobre la presencia, destino y efecto de los compuestos y sus combinaciones a partir de situaciones del “mundo real” pueden aportar datos sobre efectos acumulativos y, una vez que se combinen con datos sobre el uso de los compuestos, la cantidad de peces, etc. pueden redundar en evaluaciones de riesgos realistas.*
- *Se necesitan investigaciones para establecer con claridad los vínculos entre el uso de antibióticos en la salmonicultura y la presencia de bacterias resistentes a los antibióticos cerca de los lugares de cultivo. También debería definirse el componente espacial y temporal del problema.*
- *Se necesitan investigaciones para determinar las consecuencias de la aplicación de grandes cantidades de antibióticos. Deben investigarse los efectos en la salud de peces (de cultivo y silvestres), seres humanos y en la microflora en el sedimento y la columna de agua.*
- *Se necesitan investigaciones para desarrollar formas de anti-incrustantes no tóxicas.*
- *Se necesitan investigaciones para determinar los efectos biológicos en los organismos locales, ya sea a nivel individual o de población, de cobre o zinc cuando las concentraciones superan los límites establecidos.*
- *Se necesitan investigaciones para determinar el posible efecto de la exposición crónica a altos niveles de cobre y zinc en sedimentos cercanos a los sitios de cultivo.*
- *Se necesitan investigaciones para desarrollar más o (preferiblemente) productos alternativos para el control del piojo de mar. Dada la limitada cantidad de alternativas de tratamiento, es muy probable que las poblaciones de piojos de mar desarrollen resistencia.*
- *Las prácticas de cría y manejo que reduzcan la cantidad de tratamientos antiparasitarios deberían documentarse y compartirse entre los países. Canadá, por ejemplo, sólo permite tres tratamientos con emamectin benzoato durante un ciclo de engorda, mientras que en Chile se han informado hasta ocho. Las causas de esta diferencia pueden radicar en la biología de los piojos y en otros factores bióticos y abióticos. No obstante, pueden haber prácticas de manejo que reduzcan la presión de las infecciones.*

- *Existen muy pocos datos sobre la presencia de desinfectantes, y particularmente de sus compuestos, en el ambiente marino. Se necesitan estudios a fin de documentar los patrones de uso y las escalas temporales y espaciales a través de las cuales se pueden encontrar los compuestos.*
- *Existen muy pocos datos sobre los patrones de uso de los anestésicos en la salmonicultura. La recopilación y análisis de estos datos puede ayudar a identificar la necesidad de contar con más estudios para determinar si alguno de los productos implica algún tipo de amenaza para la biota acuática.*

Recomendaciones

- *Los organismos fiscalizadores de todos los países deben exigir informes anuales sobre las cantidades de antibióticos, productos anti-incrustantes, parasiticidas, desinfectantes y anestésicos utilizados por los centros de cultivo y tales datos deben ser de acceso público. El modelo del organismo de protección ambiental de Escocia es el más completo vigente hoy.*
- *Los sistemas reglamentarios de todos los países exigen a los fabricantes realizar pruebas en terreno de compuestos antiparasitarios. Estos datos, cuando existan, deben ser puestos a disposición del público.*
- *Existe controversia respecto de la ocurrencia del uso profiláctico de los antibióticos. Si así fuera, debe ponerse fin a dicha práctica.*
- *No deberían usarse clases de compuestos antibióticos utilizados para el tratamiento de enfermedades humanas (o deberían usarse con extrema reticencia) en la salmonicultura.*
- *Aunque no está del todo claro si esta práctica es o no común en alguno de los países, las redes y jaulas nunca deberían lavarse en el océano o en estuarios, puesto que ello podría liberar cantidades considerables de compuestos anti-incrustantes tóxicos al medio ambiente marino.*
- *Se debe probar la toxicidad de todos los agentes anti-incrustantes, independientemente de si contengan o no biocidas, en diferentes taxa de organismos marinos.*

Este informe fue encargado por el Diálogo sobre Salmonicultura, una iniciativa emprendida en 2004 por el World Wildlife Fund (WWF) que agrupa a múltiples actores y países. Entre los participante se cuentan productores de salmón y otros miembros de la cadena de mercado, ONG, investigadores, distribuidores y autoridades de gobierno de los principales países productores y consumidores de salmón.

El objetivo del Diálogo sobre Salmonicultura es desarrollar y aplicar niveles verificables de desempeño ambiental y social que tengan la capacidad de reducir o eliminar, en una forma que sea factible de medir, impactos fundamentales de la salmonicultura y cuenten con la aceptación de todos los actores. El grupo también recomendará normas para conseguir estos niveles de desempeño al tiempo que permite la viabilidad económica de la salmonicultura.

El Diálogo sobre Salmonicultura concentra sus investigaciones y labores de formulación de normas en siete áreas clave de impactos de la producción del salmón, a saber: social; alimentos; enfermedades; escapes; insumos químicos; impactos bentónicos y selección de sitios e ingreso de nutrientes y capacidad de carga.

El financiamiento de este informe y del resto del trabajo en el marco del Diálogo sobre Salmonicultura proviene de los miembros del Comité Directivo del Diálogo y sus donantes. El comité directivo está compuesto por representantes de Coastal Alliance for Aquaculture Reform, Fundación Terram, Marine Harvest, the National Environmental Trust, the Norwegian Seafood Federation, Skretting, SalmonChile, Salmon of the Americas y World Wildlife Fund (WWF).

Mayor información sobre el Diálogo sobre Salmonicultura está disponible en:
<http://www.worldwildlife.org/cci/dialogues/salmon.cfm>