

Impactos Ambientales del Escape de Salmónidos

Introducción

En la segunda quincena de octubre se dio a conocer a la opinión pública un nuevo caso de escape masivo de salmónidos. El caso en concreto corresponde a la fuga de 130.000 salmones de un centro de cultivo ubicado en Cochamó, en el estuario del Reloncaví, de la empresa Caleta Bay.

Las causas aún no han sido determinadas, pero existen versiones contrapuestas. La primera señala al mal tiempo que habría debilitado la balsa-jaula donde se encontraban los salmones. La otra versión, proveniente de la empresa, indicaría como responsables a pescadores artesanales que cortaron las redes de contención. Por sobre las causas de este episodio, se han acentuado las preocupaciones sobre los impactos en el medio ambiente nacional del escape de estas especies exóticas.

Aunque desde hace varios años existe una demanda por estudios metodológicamente serios sobre la materia, todavía estamos frente a una situación de desconocimiento casi total de nuestros ambientes y de los efectos que allí se producen. Teniendo presente que la salmonicultura produce diversos impactos ambientales, es necesario conocer y cuantificar estos efectos a través de métodos sistemáticos y confiables, con la finalidad de hacer compatibles los intereses de producción o desarrollo con los de conservación del ambiente. Sólo una evaluación rigurosa, objetiva y transparente permitirá impulsar un desarrollo que tenga mayor grado de sustentabilidad.

En este sentido, el presente documento entrega antecedentes que permiten dimensionar y reconocer los impactos generados por el escape de salmones y otras especies de cultivo intensivo sobre el medio ambiente.

Por la falta de estudios específicos a la realidad nacional, se han utilizado los resultados y conclusiones de investigaciones internacionales, donde se ha realizado una mayor investigación motivada por los efectos negativos sobre los salmones silvestres, debido a la interacción con salmones en cautiverio.

1.- Causas y Regulación de los Escapes de Salmónidos

Casos de escapes se registran constantemente en la industria acuícola mundial. En febrero de 2002 se registró un incidente donde escaparon más de medio millón de salmones de un centro de cultivo en las Islas Faroes. En Escocia se han divulgado escapes por sobre 1 millón de salmones desde 1997¹.

¹ Citado por Staniford (2002) de Gardar: 2000a y Aitken: 2002.

Autor:
Rodrigo Pizarro G.
Director Ejecutivo - Fundación Terram

Cristóbal Zolezzi I.
Economista - Fundación Terram

Según datos oficiales de Canadá, provincia de British Columbia, las causas de los escapes para los años 1988-1996, que en total representaron el escape de más de 1 millón de salmones, fueron clasificadas en la siguiente proporción:

- Problemas Climáticos: marejadas y tormentas (49%)
- Accidentes Industriales: fallas estructurales, fatigas de materiales y errores humanos (32%)
- Acciones de terceros (16%)
- Predadores: focas, lobos marinos y otras especies (5%)

Las cifras anteriores nos entregan una visión en que la actividad, por la tecnología empleada, tiene un alto componente de riesgo que es difícil de controlar y que escapa al control directo que pudiera realizar la acción humana.

En Chile el escape de peces de los centros de cultivos se encuentra normado por el Reglamento Ambiental para la Acuicultura, del 2001. A continuación se presentan los artículos que tienen relación directa con este tema:

Artículo 1º.- ... Asimismo, todo aquel que realice actividades de acuicultura quedará sujeto al cumplimiento de las medidas de protección ambiental, que de forma general o particular, se establezcan para un área geográfica, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 87 de dicha Ley, sin perjuicio de lo dispuesto en otros cuerpos legales o reglamentarios.

Artículo 2º.- o) Plan de contingencia: conjunto de medidas previstas para evitar o mitigar el daño al ambiente, derivado de la ocurrencia voluntaria o involuntaria de circunstancias extraordinarias al normal funcionamiento de un centro de cultivo.

Artículo 4º- e) Contar con sistemas de seguridad adecuados para prevenir el escape de recursos en cultivo.

Artículo 5º.- En cada centro deberá existir un plan de contingencia, que describa en orden cronológico las acciones a desarrollar en caso de ocurrir circunstancias susceptibles de constituir riesgo de daño o que causen daño ambiental. Dicho plan deberá considerar, a lo menos, los casos de mortalidades, escapes y/o desprendimientos masivos de los organismos en cultivo y las pérdidas accidentales de alimento y/u otros materiales.

Entre las acciones a seguir, el plan deberá comprender como mínimo la recaptura de los individuos, la recolección de materiales y la eliminación de los ejemplares muertos en la forma prevista en el artículo precedente. En el caso de escape de peces desde módulos de cultivo, las acciones de recaptura se extenderán sólo hasta 400 m de distancia desde el módulo siniestrado y por un período de 5 días desde ocurrido éste. En casos calificados, el plazo y área indicados podrán ser modificados por resolución fundada del Servicio, el que no podrá extenderse más allá de 30 días ni a un área superior a 5 km.

Todos los costos que signifiquen la aplicación del plan de contingencia y recaptura de los ejemplares escapados serán de cargo del titular del centro de cultivo.

Artículo 6º.- El escape o pérdida masiva de ejemplares desde centros de cultivo, así como la sospecha de que haya ocurrido, deberá ser puesto en conocimiento del Servicio y de la Capitanía de Puerto respectiva, por el titular del centro dentro de las 24 horas de su detección. Asimismo, deberá presentarse un informe en el plazo de 7 días de detectado el hecho, incluyendo los siguientes datos:

- a) Localidad exacta del escape o desprendimiento, señalando la identificación del centro de cultivo;
- b) Especies y razas involucradas;
- c) Número estimado de individuos y su peso aproximado;
- d) Circunstancias en que ocurrió el hecho;
- e) Estado sanitario de los ejemplares escapados;

- f) Periodo del último tratamiento terapéutico, señalando el compuesto utilizado, si correspondiere y;
- g) Estado de aplicación del plan de contingencia.

Artículo 7º.- Sólo con la autorización expresa de la Subsecretaría podrán liberarse ejemplares desde centros de cultivo al medio natural. Estas sólo tendrán fines experimentales, de repoblamiento de especies nativas o de apoyo a la pesca deportiva y/o recreativa.

En el caso de Cochamó, donde han transcurrido más de 20 días, la empresa ha notificado que sólo ha logrado la captura de 2.000 ejemplares. Este esfuerzo en gran medida se encuentra limitado por los seguros comprometidos, ya que las empresas ajustan los recursos a emplear de forma de minimizar sus pérdidas económicas. Dentro de esta lógica nada tienen que ver los daños económicos sobre terceros y ecológicos al medio ambiente.

En el artículo 70º de la Ley de Peces y Acuicultura se prohíbe “la captura de especies anádromas y catádromas², provenientes de cultivos abiertos en las aguas terrestres, aguas interiores y mar territorial, en aquellas áreas en que dichas especies inician o culminan su ciclo migratorio, ya sea como alevín o juvenil o en su etapa de madurez apropiada para su explotación comercial”. Esta situación ha sido ratificada por los juzgados nacionales, al dictar sentencias contra pescadores artesanales por pescar peces de cultivo escapados.

Sin embargo, existe la posibilidad de que “por decreto supremo, previos informes técnicos de la Subsecretaría y del Consejo Zonal de Pesca correspondiente, se reglamente la captura de las especies anádromas y catádromas en las aguas que no queden comprendidas en la prohibición establecida en el inciso primero de este artículo. Este reglamento deberá considerar, entre otros, los siguientes aspectos:

² Las especies diadromas son las especies que migran de un medio a otro. Se dividen en las anadromas (salmones) y catadromas (anguilas).

- a) Sistema, artes y aparejos de pesca.
- b) Áreas, temporadas de captura y cuotas de captura.
- c) Participación de los cultivadores, de los pescadores artesanales y pescadores deportivos en la pesquería.”

Dadas las características del último caso conocido públicamente y los antecedentes de las acciones llevadas por la empresa responsable, correspondería permitir la pesca artesanal de forma de minimizar todos los impactos ocasionados, aunque se trate sólo de un caso puntual.

2.- Estimación de Escapes en Chile

De acuerdo a las estadísticas de Subsecretaría de Pesca, actualmente existe un total aproximado de 200 centros de cultivo autorizados para alevinaje y esmoltificación, distribuidos entre la VII y XII regiones. Por otra parte, la fase de engorda se realiza entre la X y XII regiones, aunque concentrada en la X región, lugar de excelencia para la localización de esta industria, tanto para desarrollar la fase de alevinaje y smoltificación como para la fase de engorda. A julio del año 2002 estaban autorizados 693 centros de engorda, que ocupan 7.866 hectáreas (há.), con un promedio general aproximado de 11 há. por centro.

En Chile las estadísticas sobre el número de salmones que se escapan de las balsas-jaulas no son públicas y, como señala Soto y Jara (1997)³, “los datos de escapes podrían ser incompletos y probablemente están subestimados (por un 20 a 30%) en relación con los escapes reales. En la misma investigación se estima para los años 1993-1996⁴ una pérdida de 4.334 toneladas de salmones, “cifra que en realidad pudiera llegar fácil a 6.000 toneladas; estos valores sólo para la X Región”. Para la XI Región los escapes reportados corresponden a 500 toneladas, cifra que se contradice

³ Soto, D. Jara, F. (1997)

⁴ Escapes de salmónidos estimados por especie, por área y por región. Las áreas corresponden a Pichicolo, Lemuy, Calbuco y Hueihue en la X Región y en la XI Región a Pto. Cisnes y a Chacabuco. Las estimaciones corresponden a la evaluación de la compañía de seguros.

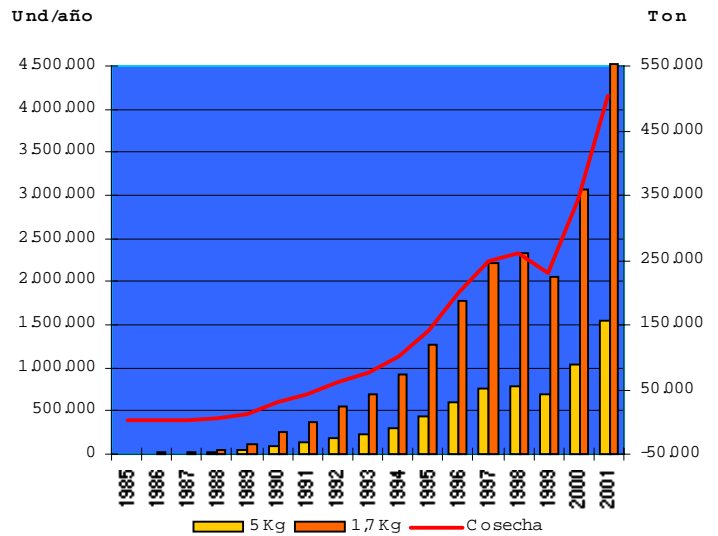
a los antecedentes que se tienen de la región dado que “es la más productiva para la pesca de salmónidos, particularmente de coho”, es decir, salmones que han escapado de sus balsas-jaulas.

Otras investigaciones señalan que los escapes de la industria acuícola chilena equivalen al 1,5% de la biomasa total (Intrafish, 2001). Al obtener la biomasa en función de las toneladas de peces cosechados⁵ en el sector acuícola para el periodo 1990 – 2001, se tiene que las 2.239.394 de toneladas cosechadas se deben ajustar por el 1,5% que se escapa. Para el periodo, la biomasa total corresponde a 2.273.496 toneladas, es decir, la diferencia de 34.455 toneladas corresponde a la biomasa de los especímenes escapados.

Para determinar el número de salmones que equivale a la diferencia de biomasa se utilizaron dos pesos promedios de los salmones escapados. El primero corresponde a un criterio conservador de 5 Kg por espécimen⁶. Este implica que los especímenes escapados se encuentran en estado adulto. El otro parámetro utilizado corresponde al peso promedio de los salmones escapados en el estudio de Soto y Jara (1997) que corresponde a 1,7 Kg (en el anexo 1 se reproducen los datos obtenidos en dicho estudio).

Los resultados se pueden observar en el gráfico 2.1. Para el primer caso, el total de salmones escapados durante el periodo 1985 – 2001 alcanza un total de 6.891.073, es decir, un promedio de 574.256 salmones por año. Para el segundo caso, utilizando el peso promedio reportado por la industria de los escapes durante los años 1993 – 1996 en la zona de estudio, se tiene que el total de salmones escapados es estimado en 20.267.862 de salmones, con un promedio anual de 1.688.989 unidades.

Gráfico 2.1 Escapes y Cosecha Acuicultura^a



Fuente: Elaboración Propia en base a Anuario Estadístico Sernapesca.
a) Incluye cosecha de Salmón Atlántico, Salmón Plateado, Salmón Rey, Trucha Arco Iris y Turbot.

Comparando los datos de Soto y Jara (1997) con nuestras estimaciones, utilizando la metodología anterior, se obtiene para el periodo de 1993–1996 un rango de salmones escapados entre 1.584.030 y 4.658.913 unidades. Esta última cifra se ajusta a los 4.437.023⁷ salmones reportados como escapados en el estudio ya mencionado. Cabe reiterar que aun las estimaciones más altas resultan subestimaciones, originadas principalmente por el celo con que maneja estos antecedentes la industria nacional.

Más aún, si consideramos que existen 693 centros de cultivos de salmones en Chile, lo cual significa que para lograr las cifras de la primera de las estimaciones se requiere que por cada centro del cultivo escapen aproximadamente 830 salmones por año. Para la segunda estimación esta cifra asciende a 2.400 unidades aproximadamente por año. Evidentemente estas cifras son muy inferiores a los 130.000 salmones que se han reportado en el último caso conocido.

Es importante hacer notar que si bien las cifras estimadas están fuertemente influenciadas por la importante cosecha de los últimos años, que experimentó un crecimiento anual de 48% anual, se

⁵ Incluye la cosecha de salmón del atlántico, salmón plateado, salmón rey, trucha arco iris y turbot. La cosecha de especies salmónideas representan el 99,9% del total cosechado.

⁶ En el caso de Cochamó se menciona un peso promedio de 3,5 Kg.

⁷ Ver Anexo 9.

utilizó la información disponible sobre el porcentaje de escapes en relación a la biomasa total para el 2001 y, tomando en cuenta la evidencia internacional, este porcentaje resulta conservador debido a que a principios de la década de los 90 los porcentajes de escape eran mayores⁸.

En este mismo sentido, el investigador Penczak (1982)⁹ estimó que en un año 'normal', escaparían aproximadamente un 5% del total de salmónidos cultivados. Se señala que este porcentaje se podría incrementar en años de grandes temporales y otros accidentes que causan la liberación masiva de peces en cautiverio. Entonces, aplicando este criterio se obtienen que los escapes durante el periodo 1985 – 2001 corresponde a una biomasa promedio de 119.083 toneladas por año, es decir 84.628 toneladas más que en la estimación anterior. Expresado en unidades de peces se obtienen los siguientes resultados: total salmónidos fuggados (5 Kg.) 23.816.516 y total salmónidos fuggados (1,7 Kg.) 70.048.576. En el Cuadro 2.1 se resumen los resultados de las distintas estimaciones.

De los resultados obtenidos en la investigación de Soto y Jara (1997) se concluyó que la mayoría de los salmónidos capturados corresponderían a salmónidos escapados de centros de cultivos (por sus características morfológicas). Sin embargo, era posible encontrar individuos en tallas juveniles, especialmente del salmón coho, que podrían estar indicando el "éxito reproductivo de esta especie en vida libre, particularmente en la XI Región. Por estas razones se

postula un futuro incremento poblacional de esta especie en calidad de asilvestrada".

También se concluye que "dadas las condiciones de distribución y abundancia de los stocks de salmónidos en vida libre determinadas en este estudio, una pesquería formal sería insustentable, al menos en la X Región, de no mediar la liberación accidental o intencional de individuos al mar. Sin embargo, de juzgarse conveniente la remoción permanente de individuos de estas especies para evitar daños futuros a las comunidades biológicas naturales y a la acuicultura misma, ello pudiera constituirse en una actividad extractiva de pequeña escala".

Entonces, utilizando las estimaciones optimistas de los escapes para el período 1985 – 2001, es posible evidenciar que han aumentado debido a que la biomasa total también ha aumentado. Con ello se alcanza una biomasa total de especímenes escapados de 34.455 toneladas, más de siete veces las estimaciones de la biomasa para los años 1993 – 1996. Es decir, existen antecedentes suficientes para autorizar la pesca artesanal regulada de salmónidos escapados.

Comparado con la biomasa de otras pesquerías, se obtiene que el total de la biomasa de salmónidos escapados representa el 25% de los desembarques totales, en igual periodo, del congrio dorado.

Sin embargo, como ya se vio, la Ley N° 18.892 en su artículo 70 prohíbe su pesca.

Cuadro 2.1 Resumen Estimaciones Escapes de Centros de Cultivos 1985 - 2001

Criterio	Biomasa Escapes Total	Promedio Anual	Promedio Anual por Centro del Cultivo ^a
1,5% Cosecha (Ton)	34.455	2.871	4
5 Kg (Und)	6.891.073	574.256	829
1,7 Kg (Und)	20.267.862	1.688.989	2.437
5% Cosecha (Ton)	119.083	9.924	14
5 Kg (Und)	23.816.516	1.984.710	2.864
1,7 Kg (Und)	70.048.576	5.837.381	8.423

Fuente: Elaboración Propia.

a) Corresponde al promedio anual dividido por los 693 centros de cultivos reportados por Sernapesca en el 2001.

⁸ Para el periodo de 1989 – 2000 en la Britis Columbia el porcentaje alcanza al 2,1% de la producción.

⁹ Citado por Bushmann, A. (2001). p. 19.

3.- Impactos Ambientales Asociados al Escape de Salmones

Los principales países que cultivan salmones en el Hemisferio Norte, como Noruega, Escocia, Canadá y Estados Unidos, han realizado una amplia investigación desde hace varios años sobre el escape de salmones¹⁰. Su interés es particularmente vigoroso, debido a que las poblaciones de salmones silvestres se han visto altamente amenazadas por los escapes de especímenes de cultivo. Además, el escape de salmones cultivados está relacionado con graves problemas ecológicos.

Algunos esfuerzos de investigación internacional han sido patrocinados por la Comisión Europea. En ellos se reconocen los impactos negativos de los escapes de salmones de cultivo en peces silvestres de ríos noruegos, irlandeses, escoceses y españoles¹¹.

El problema del escape de salmones de cultivo ha ido en aumento debido a las proporciones que ha tomado la industria a nivel mundial. Se estima entre 300 a 400 veces más la cantidad de salmones de cultivo que los silvestres. Para la especie atlántica, el más cultivado en nuestro país, de los casi 300 millones existentes sólo 3,5 millones son silvestres.

En Noruega, tal es el problema histórico de los escapes que en algunos ríos es posible encontrar porcentajes de hasta un 90% de salmones escapados, o sea, sólo el restante 10% corresponde a la fauna silvestre de salmones¹². En Irlanda, en algunas cuencas fluviales se han encontrado más peces de cultivos que silvestres¹³.

¹⁰ Una completa compilación de las investigaciones realizadas en Europa corresponde a la realizada por Don Staniford en el documento *Aquaculture in the European Union: Present Situation and Future Prospects*. Octubre 2002. Paper presentado en el European Parliament's Committee on Fisheries. Disponible un resumen en <http://www.eurocbc.org/page205.html>

¹¹ Citado por Staniford (2002) de McGinnity et al: 1997, Clifford et al: 1998, Fleming y Einum: 1997, European Commission: 2000e, European Commission: 2000h, Fleming et al: 2000, McGinnity et al: 2002, Scottish Executive: 2002b.

¹² Citado por Staniford (2002) de Saegrov et al: 1997, Fleming y Einum: 1997, Fleming et al: 2000.

¹³ Citado por Staniford (2002) de Crozier: 1993, 2000, Clifford et al: 1998.

Aunque en Chile no existe una población silvestre de salmones y la investigación sobre los efectos en los ecosistemas chilenos es aislada, es necesario extraer de la experiencia internacional el tratamiento de este tema y homologar sus resultados a la realidad nacional.

Los riesgos presentados a continuación son el resultado de una recopilación bibliográfica realizada en diversos estudios en los países mencionados anteriormente. Además, se incluyen antecedentes que han sido recopilados del medio nacional.

Es importante señalar que los riesgos descritos a continuación son complementarios entre sí, de forma que el efecto en el medio ambiente debe ser entendido como la sumatoria de uno o más riesgos. Además, la cuantificación total del daño potencial es muy difícil de determinar debido a que los salmones cultivados pueden viajar grandes distancias¹⁴. Se han registrado casos de pesca de salmones cultivados en Canadá en aguas al norte de Alaska, región donde no existe la actividad de salmonicultura¹⁵. También se han detectado especímenes cultivados en Noruega residiendo en las Islas Faroes, así como salmones que se escaparon en Irlanda en agosto 2001 y que fueron pescados en ríos ingleses, escoceses y de Gales¹⁶.

- **Hibridación entre especies**¹⁷: Éste es señalado como uno de los principales problemas que han detectado los científicos, originado por la cruce entre individuos de cultivo y silvestres. El resultado son nuevas generaciones de salmones híbridos que no poseen las características necesarias para sobrevivir en condiciones silvestres. Esto, porque la supervivencia en las etapas de huevos y juveniles es substancialmente más alta en el ambiente del cultivo que en el hábitat natural.¹⁸ Esto significa que los genotipos que potencialmente se suprimen en el hábitat natural en el medio artificial sobreviven,

¹⁴ David Suzuki Foundation, www.davidsuzuki.org

¹⁵ Ibid.

¹⁶ Citado por Staniford (2002) de Hansen et al: 1999, Milner y Evans: 2002.

¹⁷ Fleming, I. A. (2001)

¹⁸ Ibid.

alterando esta selección genética natural.

En la actual disminución de la biomasa de los salmones silvestres en los ecosistemas de donde es originario, esta causa es sindicada como una de las principales en conjunto con la sobreexplotación del recurso¹⁹. En Escocia, se ha descubierto el entrecruzamiento de salmones con truchas silvestres, generando nuevas subespecies²⁰.

A pesar de que en Chile no existen salmones silvestres, igualmente se ha observado la aparición de subespecies originadas de la cruce de salmones y de la fauna silvestre²¹. El entrecruzamiento entre los peces cultivados escapados y los silvestres puede dar lugar a la pérdida de adaptaciones locales importantes. Además, vulnera específicamente aquellas poblaciones de fauna silvestre ya amenazadas por la sobreexplotación. Estos riesgos aumentan en la medida que los individuos fuera del cautiverio presentan una tendencia creciente explicada por el aumento vertiginoso que ha experimentado la producción en los centros de cultivo.

- **Transmisión de enfermedades asociadas a los salmones de cultivos:** Estudios realizados en estos países han detectado una importante propagación de las enfermedades virales y bacterianas de los salmones de cultivos²². En Noruega, en la principal bahía de cultivo se detectó que más del 86% de los salmones jóvenes capturados poseía cantidades letales de un parásito que los ataca.

Las bacterias que causan la denominada Enfermedad Bacteriana del Riñón (BKD) son de las más problemáticas para la industria del cultivo del salmón. En Brithish Columbia, cerca del 80% del total de las pérdidas en centros del cultivo del salmón del pacífico y cerca del 40% en cultivos del salmones atlánticos son debidos a la BKD.

¹⁹ Citado por Staniford (2002) de McGinnity et al: 2002

²⁰ Citado por Staniford (2002) de Webb et al: 1991, 1993, Youngson et al: 1997, 1998).

Esta enfermedad está ampliamente difundida en las regiones X y XI y tiene la particularidad de transmitirse a la progenie a través de las ovas de reproductores positivos²³.

La Necrosis Pancreática Infecciosa, IPN de sus siglas en inglés, es otra de las patologías que ha tenido importantes brotes en centros de cultivos, los cuales son propagados a la fauna silvestre. En Escocia, desde mayo de 2002 -año en que se legisló sobre la obligatoriedad de divulgar los escapes en ese país- 3 de los 4 escapes registrados representaron un total de 57.000 peces. El equivalente al total de salmones silvestres en Escocia provino de las granjas infectadas con esta patología. Estos casos se suman a otros 28 incidentes de escape (que implican 500.000 peces cultivados estimados) de centros afectados por el IPN desde 1998²⁴.

En Chile también se ha aislado en especies silvestres no salmonídeas el virus IPN. Estos resultados corresponden a estudios realizados los años 1992 y 2000²⁵.

En un estudio sobre la transmisión de enfermedades de los salmones de cultivo a las poblaciones de fauna silvestre chilena, realizado entre los años 1994 y 1995²⁶, se concluyó que tanto en peces silvestres como crustáceos y moluscos se evidenció la presencia del patógeno Septicemia Rickettsial del Salmón (SRS)²⁷. Esta patología es del tipo crónico y endémica a las especies salmonídeas en los centros de cultivos en nuestro país.

También se ha detectado la presencia del patógeno

²¹ Alejandro Pérez, Biólogo Marino, Fundación Oceana.

²² Michael L. W (2003). p. 18

²³ Instituto Tecnológico del Salmón, Aquatic Health y U. Austral de Chile (2000)

²⁴ Staniford, D. (2002).

²⁵ Instituto Tecnológico del Salmón, Aquatic Health y U. Austral de Chile (2000)

²⁶ Ibid.

²⁷ Esta patología se detectó por primera vez en Chile en 1989 en la localidad de Calbuco, X Región. Las pérdidas de ese brote se han estimado en superiores a US\$ 10 millones, medida solamente en los efectos directos a la industria.

Yersinia Ruckeri en peces silvestres de aguas dulces. Los hallazgos se remontan al año 1987 en el río Valdivia y en posteriores estudios en el año 1992 en el Lago Llanquihue²⁸.

Las infecciones por parásitos siguen siendo una amenaza importante a los salmones cultivados y silvestres en el Atlántico y Pacífico. En Escocia, la concentración de parásitos cerca de las jaulas de salmicultura se ha asociado a declinaciones en poblaciones de la trucha silvestre del mar (*Salmo trutta*)²⁹.

En este sentido, alarmantes resultan las declaraciones de las autoridades realizadas en la Política Nacional de Acuicultura (PNA) firmada este año, respecto a la investigación de nuevas patologías y sus efectos en nuestro país. En el documento se señala que “la investigación de los brotes de enfermedades de origen desconocido o de difícil diagnóstico ha sido lenta y poco sistemática, con poca o ninguna coordinación entre las entidades públicas y privadas involucradas en el tema. Éste es el caso del Síndrome Ictérico del salmón coho, el cual se creyó en un principio provocado por un desorden metabólico. Sin embargo, actualmente a la patología se le atribuye una relación directa con la presencia de un Ortomyxovirus, similar genéticamente al Virus ISA que causa la Anemia Infecciosa del Salmón en el hemisferio norte y que afecta a las especies de Salmón Atlántico.”³⁰

• **Competición y Depredación sobre especies**

nativas: El escape de una gran cantidad de peces en un hábitat limitado afectará inevitablemente la densidad demográfica, especialmente al comienzo. La frecuencia de interacciones competitivas está creciendo y el nivel de la disponibilidad del alimento está cambiando también. Los salmones cultivados se crían para crecer rápidamente en condiciones de hacinamiento, lo que los hace más agresivos

que los peces silvestres. Además, por el sistema de alimentación regular, el salmón cultivado es más demandante de proteínas que sus pares silvestres.

Un escape accidental de un alto número de salmones daña fuertemente la cadena trófica en el área acuática afectada. Los peces cultivados que se escapan a los hábitat naturales compiten para el alimento y el hábitat, o bien entrecruzando y cambiando los áreas genéticas de organismos silvestres.

En Chile, el estudio de Soto y Jara (1997)³¹ evidenció la existencia de una relación “inversa entre la abundancia de salmónidos y de fauna acompañante, ello se verificó tanto en número de especies como en biomasa”. Además, señala que “tal efecto se daría por competencia y depredación”. Se identificaron al menos 30 especies nativas, de las cuales las más representativas son la merluza de cola, el róbalo, el jurel y el lenguado.

El profesor Germán Pequeño de la Universidad Austral de Chile estima que, anualmente, los miles de salmones escapados consumirían entre 1.460 a 1.825 toneladas de recursos ícticos silvestres³².

Aún más, los efectos sobre las especies nativas ya son observados por quienes siempre han recurrido a ellos como parte de su sustento o quienes se dedican a la pesca en forma recreativa. Esto puede concluir, por ejemplo, con las declaraciones de Santiago Oyarzo, quien asegura que “hace dos años sacaba kilos y kilos de pulli -cuya técnica de captura le enseñó un señor de Valdivia- pero que ahora no existen porque los salmones han terminado con ellos”. O la de pescadores deportivos, quienes señalan que “han terminado prácticamente con la sardina y los pejerreyes y el robalo chico”³³.

²⁸ Instituto Tecnológico del Salmón, Aquatic Health y U. Austral de Chile. (2000)

²⁹ Weber, M. L. (2003)

³⁰ Política Nacional de Acuicultura. (2003). p. 71.

³¹ Soto, D. Jara, F. (1997)

³² Econews, 6 de Noviembre 2003. http://www.ecoceanos.cl/pageset/secciones/ver_noticia.php?ID_Noticia=57

³³ Lunes 3 de noviembre de 2003, www.diariollanquihue.cl.

4.- Otros Impactos Ambientales de la Salmonicultura³⁴

Tantos años de desarrollo de la actividad salmonera han sometido a los ecosistemas del sur chileno a una intensa modificación producida por las actividades humanas. Estos diversos y múltiples efectos sobre el medio ambiente pueden originar peligros para la salud humana³⁵ y también cambios en la biodiversidad³⁶. En muchas ocasiones, los conflictos de intereses generados por las iniciativas requeridas para mitigar estos impactos ambientales dificultan la discusión y retardan las medidas concretas de acción, confundiendo un ámbito que por sí solo es complejo³⁷.

La acuicultura impacta en el medio ambiente a través de tres procesos: el consumo de recursos, el proceso de transformación y la asimilación o generación del producto final³⁸. Para lograr sus objetivos la acuicultura requiere un amplio espectro de insumos distribuidos en una gran zona geográfica los cuales, a través de transformaciones, producen una concentración de desechos en un lugar determinado³⁹.

Se ha estimado en diferentes regiones, organismos y sistemas de cultivo, que más del 60% del fósforo (P) y el 80% del nitrógeno (N) aportado por los desechos de

las especies cultivadas termina, finalmente, en la columna de agua⁴⁰. Estos cambios en la columna de agua incluirían alzas en los niveles de nutrientes (N y P) y aumento de la materia orgánica disuelta, así como una reducción de la concentración de oxígeno disuelto, alteración del pH⁴¹, de los niveles de conductividad y transparencia del agua⁴².

4.1 Los insumos y el consumo de recursos

El agua y el espacio son imprescindibles para el desarrollo de la acuicultura. Ambos generan constantes divergencias: el agua debido a sus mantenciones ambientales (niveles de oxígeno, cantidad de nutrientes, reservorio de enfermedades) y el espacio por las tensiones sociales con otras actividades productivas (pesca artesanal, turismo, cultivos de algas, etc.). Además, los materiales de construcción para las instalaciones de acuicultura, los químicos utilizados en las labores de cultivos y la introducción de ovas (fuentes de semilla) foráneas son elementos que alteran las condiciones ambientales de los ecosistemas y cuyos efectos aún han sido muy poco estudiados en Chile.

Mención aparte merece el alimento, uno de los principales insumos requeridos por la acuicultura animal. La producción, especialmente de peces y crustáceos (organismos de alto nivel trófico o carnívoros), se ha desarrollado basada en la industria de la harina de pescado. A mediados de los años noventa la producción mundial del salmón del Atlántico fue de 400 mil toneladas y, asumiendo un factor de conversión del alimento de 1,3:1, obtenemos que para su producción fueron requeridas 520 mil toneladas de alimento. Si consideramos que la dieta del salmón contiene un 50% de harina de pescado y que cinco toneladas de peces son requeridas para procesar una

³⁴ Capítulo que resume parte del documento "Impacto Ambiental de la Acuicultura: el estado del conocimiento en Chile y el Mundo", basado en una revisión de los antecedentes publicados por diversos grupos de científicos establecidos en distintas regiones geográficas, así como en Chile. Este estudio entrega algunas bases conceptuales y dimensiona la problemática ambiental relacionada con la acuicultura (capítulo 2). Sigue con una discusión de aproximaciones metodológicas para determinar los efectos de esta actividad sobre ecosistemas acuáticos (capítulo 3) para, posteriormente, entregar los antecedentes existentes hoy sobre los efectos concretos que tiene esta actividad en el medio ambiente (capítulo 4). Luego analiza la evidencia existente en Chile (capítulo 5). Vistos los efectos medio ambientales, se indican aproximaciones metodológicas que han sido utilizadas para evaluar económicamente los impactos producidos por prácticas de acuicultura (capítulo 6). Para finalizar, se presentan alternativas tecnológicas y estrategias de producción que tienden a minimizar los efectos ambientales (capítulo 7) y se entregan recomendaciones y conclusiones (capítulo 8), noviembre 2001, Buschmann.

³⁵ Citado por Buschmann (2001) de Clark, 1991.

³⁶ Citado por Buschmann (2001) de Caughley y Gunn, 1996.

³⁷ Citado por Buschmann (2001)

³⁸ Ibid.

³⁹ Citado por Buschmann (2001) de Folke y Kautsky, 1989.

⁴⁰ Citado por Buschmann (2001) de Petterson, 1988; Holby y Hall, 1991; Wallin y Håkanon, 1991 a,b; Hall et al., 1992.

⁴¹ Expresa la concentración de protones ($\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$), e indica el grado de acidez de una solución. La escala de pH va de 0 a 14. Una sustancia es neutra tiene $\text{pH}=7$, una alcalina posee un pH mayor a 7 y una solución ácida presenta un pH menor de 7.

⁴² Citado por Buschmann (2001) de Brown et al., 1987; Hall et al., 1990; 1992; Cho y Bureau, 1997.

tonelada de este insumo, se puede estimar que para sustentar la producción de salmón del atlántico se necesitó anualmente de 1,3 millones de toneladas de peces⁴³, es decir, de aproximadamente tres kilos de pescados para producir uno de salmón.

Esos datos indican que la demanda de harina de pescado equivale al 15% de la producción mundial y a un 5% de la pesca. Información actualizada sobre este punto ha permitido estimar que la acuicultura de organismos carnívoros está basada en una alta presión sobre las pesquerías, con la consecuente modificación de los hábitat donde se sustenta la actividad pesquera⁴⁴.

4.2 Proceso de transformación

La instalación de centros de cultivo es, según la definición, la instalación de un centro productivo en el que se requerirán balsas jaula, líneas flotantes y otros sistemas, lo que implica necesariamente un incremento de la actividad humana y de los niveles de ruido⁴⁵. Esta situación tiene efectos adversos sobre la vida silvestre, tanto en el sitio específico como en toda la zona costera aledaña y en rutas de servicios cercanas a éste. Por otra parte, el cultivo de una especie en un lugar determinado atrae depredadores, lo cual puede producir la muerte de estos animales en forma accidental o deliberada.

4.3. Asimilación o generación del producto final

La producción acuícola finaliza con la obtención de su producto y sus desechos. Estos últimos pueden ser de distintos tipos, desde plásticos y estructuras metálicas hasta alimento no ingerido, productos de excreción, materias fecales, químicos, microorganismos, parásitos y animales asilvestrados⁴⁶. Del total del alimento suministrado para la producción de salmones, cerca de un 25% de los nutrientes son asimilados por

éstos, mientras que entre un 75% a 80% queda en el ambiente de una forma u otra. Una parte importante de estos desechos va al fondo y otro porcentaje queda en la columna de agua. Este aporte y concentración local de nutrientes tiene múltiples efectos ambientales.

El uso de químicos para combatir los parásitos, hongos y bacterias también produce residuos que permanecen en el ambiente, con diversos efectos sobre la biota. A la contaminación de materia orgánica, entonces, se suma una producida por los agentes químicos utilizados en las distintas prácticas de acuicultura. Entre ellos se cuentan algunos elementos de construcción, de protección contra la corrosión y de antifijación de organismos incrustantes, además de otros que habitualmente se utilizan en las actividades de cultivo, tales como pigmentos incorporados al alimento, desinfectantes y diferentes productos utilizados para el control de enfermedades⁴⁷.

Uno de los productos más relevantes por las cantidades utilizadas, especialmente en el cultivo de peces, son los diferentes fármacos requeridos para combatir enfermedades. Éstos comprenden gran variedad de productos tales como antibióticos, fungicidas y compuestos antiparasitarios, como el verde malaquita.

En julio de este año se retuvieron siete embarques de salmón chileno en el puerto de Róterdam, en Holanda. La razón fue la detección de verde malaquita en los productos. Sumándose a los casos anteriores, en agosto fueron detenidos dos envíos en Japón luego de que autoridades sanitarias niponas detectaran vestigios del antibiótico oxitetraciclina.

Ambos hechos corroboran las denuncias que en forma reiterada ha realizado Fundación Terram respecto al uso no controlado de sustancias no recomendadas para la salud humana y el medio ambiente en la acuicultura nacional.

⁴³ Citado por Buschmann (2001) de Beveridge, 1996.

⁴⁴ Citado por Buschmann (2001) de Naylor et al., 1998;2000.

⁴⁵ Citado por Buschmann (2001) de Beveridge 1996.

⁴⁶ Citado por Buschmann (2001) de Beveridge, 1996.

⁴⁷ Citado por Buschmann (2001) de Alderman et al., 1994; Beveridge, 1996.

En relación con la detección en Holanda, es una situación compleja, ya que existe evidencia de que la sustancia podría ser un agente cancerígeno. Respecto a lo ocurrido en Japón, hay diversos estudios que determinan los efectos del uso de antibióticos en la acuicultura. Se ha concluido que sólo entre un 20 y un 30% de ellos son ingeridos realmente por los peces. De este modo, el 70 y 80% restante permanece en el ambiente acuático.

También se ha probado que de estos antibióticos remanentes, muchos tienen una alta persistencia en el ambiente y se depositan en sedimentos, donde permanecen en concentraciones capaces de causar efectos antibacterianos y alterar la comunidad microbiana en el fondo marino y lacustre. Todo esto genera nuevas bacterias genéticamente resistentes a los medicamentos, haciendo necesaria la aplicación de dosis mayores o nuevos antibióticos.

En respuesta al peligro asociado al uso indiscriminado de antibióticos y otras sustancias para el control de hongos y parásitos (verde de malaquita), que tienen directa relación con la diseminación de la resistencia a antibióticos y de bacterias resistentes a éstos, ha surgido en el último tiempo una alta preocupación por aumentar los controles en alimentos y promover el consumo de productos que no generen riesgos.

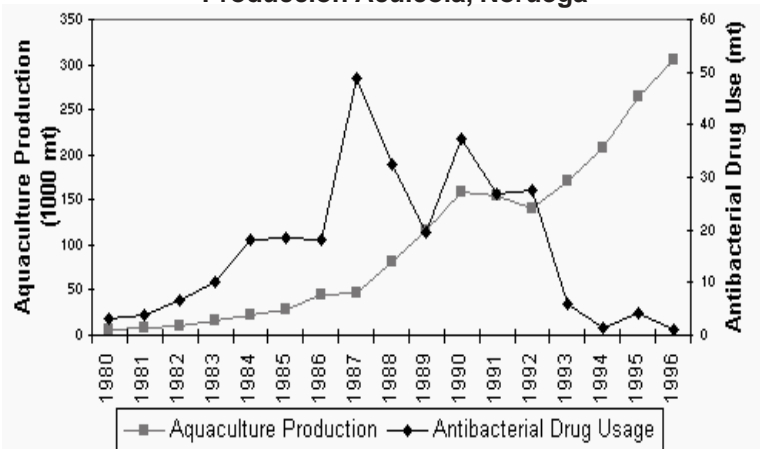
Estas iniciativas provienen principalmente de organizaciones de consumidores de países desarrollados y de gobiernos que reconocen la severidad del problema. Hay que consignar que también existe una dimensión económica y ética, debido al mayor costo que significa tratar infecciones producidas por bacterias resistentes, así como el riesgo potencial en la salud de las personas.

De las experiencias internacionales más destacables corresponde señalar la política aplicada en Noruega. Ahí se estableció como meta aumentar el nivel de producción de la actividad acuícola con un uso decreciente de antibióticos. Los resultados fueron concretos, puesto que se redujo la utilización de

agentes antibacterianos durante el 2001 a una cantidad que representa sólo el 1% del total aplicado durante el año 1980.

Estos resultados reflejan una forma factible de producción acuícola más sustentable. El ejemplo más claro es Noruega, que aunque redujo el tratamiento con antibióticos todavía lidera la producción mundial de salmonicultura. Como se puede apreciar en el gráfico 4.3.1, una producción más sustentable no significa al mismo tiempo menores utilidades en el largo plazo.

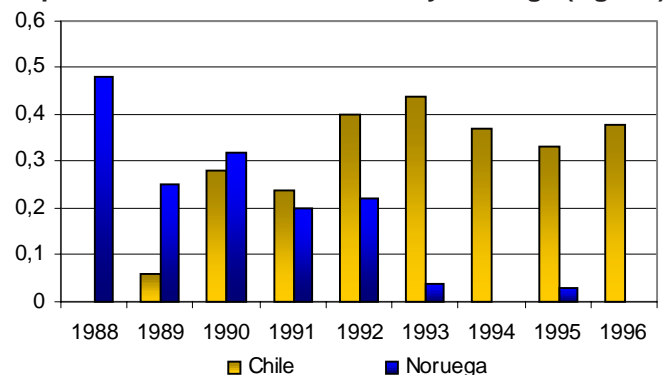
Gráfico 4.3.1 Relación Uso de Antibióticos y Producción Acuicola, Noruega



Fuente: FAO.

En Chile la situación contrasta radicalmente: para la producción de una tonelada de salmones los productores nacionales están utilizando hasta 75 veces más antibióticos que en la industria en Noruega. Incluso, como se aprecia en el gráfico 4.3.2, la realidad chilena es opuesta a la tendencia de ese país.

Gráfico 2.2 Kilos de Antibióticos por tonelada producida de salmón en Chile y Noruega (Kg/ton)



Fuente: Fundación Terram, APP N° 17.

4.4. La Huella Ecológica:

Todas las actividades que requieren un centro de cultivo para su funcionamiento, desde la generación del alimento hasta el transporte y traslados como consecuencia de la demanda de los diferentes insumos de la acuicultura, se pueden explicar con el concepto de la "huella ecológica". Este término se refiere al requerimiento de espacio, tanto de agua como de tierra, necesario para proveer de recursos, servicios y energía a un área productiva determinada⁴⁸. Estudios realizados en diferentes partes del mundo indican que el área requerida para garantizar el funcionamiento de una hectárea de cultivo de salmónes equivale al menos a 10 mil hectáreas⁴⁹.

5.- Impactos Sociales

Además de los aspectos ambientales, los impactos sociales son muy importantes en todo proyecto que pretende la sustentabilidad en el tiempo. La teoría plantea que una de las finalidades de una actividad económica es garantizar un bienestar creciente de los trabajadores que se refleje en un aumento del empleo, de sus ingresos y de las condiciones de trabajo, sobre todo en el ámbito de seguridad. En todos estos casos se espera un crecimiento coherente según el aumento de la producción y el nivel de retornos de la industria.

Este es un aspecto que el sector salmonero chileno ha descuidado severamente. Según una declaración pública emitida por el presidente de la Central Unitaria de Trabajadores de Chiloé, Luis Sandoval, la mayoría de los empleadores del sector salmonero no acata el fuero maternal; paga salarios tan bajos que en muchos casos no superan el sueldo mínimo de \$105.000⁵⁰ y mantiene a sus trabajadores en una permanente falta de seguridad y una escasa prevención de riesgos. Esto se agrega a la ausencia de servicios básicos y a la constante presión sobre los trabajadores activos sindicalmente.

Según datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), durante el período comprendido entre los años 1990 y 1999 y el trimestre móvil marzo-mayo de 2001, se observa en la X Región un crecimiento de la fuerza de trabajo relativamente estable y moderado. Los sectores más importantes en la generación de empleo fueron los de agricultura, caza y pesca; servicios comunales, sociales y personales; la industria manufacturera y el comercio.

Aunque el empleo ha caído en la rama agricultura, caza y pesca, ésta se mantiene como la más importante en la absorción de empleo⁵¹. Sin embargo, en el período 1990-1999 se pierden 12.163 puestos de trabajo, compensados en parte en la generación de empleos en otras ramas, de modo que se observa una tendencia a la disminución en el número de ocupados del sector agricultura, pesca y caza en relación al total de empleados de la región⁵², donde se encuentran los empleos de la acuicultura.

Por otro lado, mientras las compañías nacionales y transnacionales de monocultivo intensivo de salmón han crecido y se han capitalizado, la X Región continúa siendo una de las cinco más pobres del país, con un 24,7% de su población en pobreza. A esto se suma un medio ambiente cada vez más debilitado y los crecientes conflictos entre la pesca artesanal y las compañías salmoneras.

Un aspecto laboral que se ha constituido en un problema serio en la industria salmonera es la gran cantidad de contratistas que proporcionan mano de obra temporal a las grandes empresas y que, de paso, las liberan de cualquier responsabilidad con los trabajadores, especialmente en el aspecto de seguridad social y franquicias legales. Bajo este particular sistema el trabajo resulta más barato aún al evadir esos gastos indispensables⁵³.

⁴⁸ Citado por Buschmann (2001) de Folke et al., 1998.

⁴⁹ Ibid.

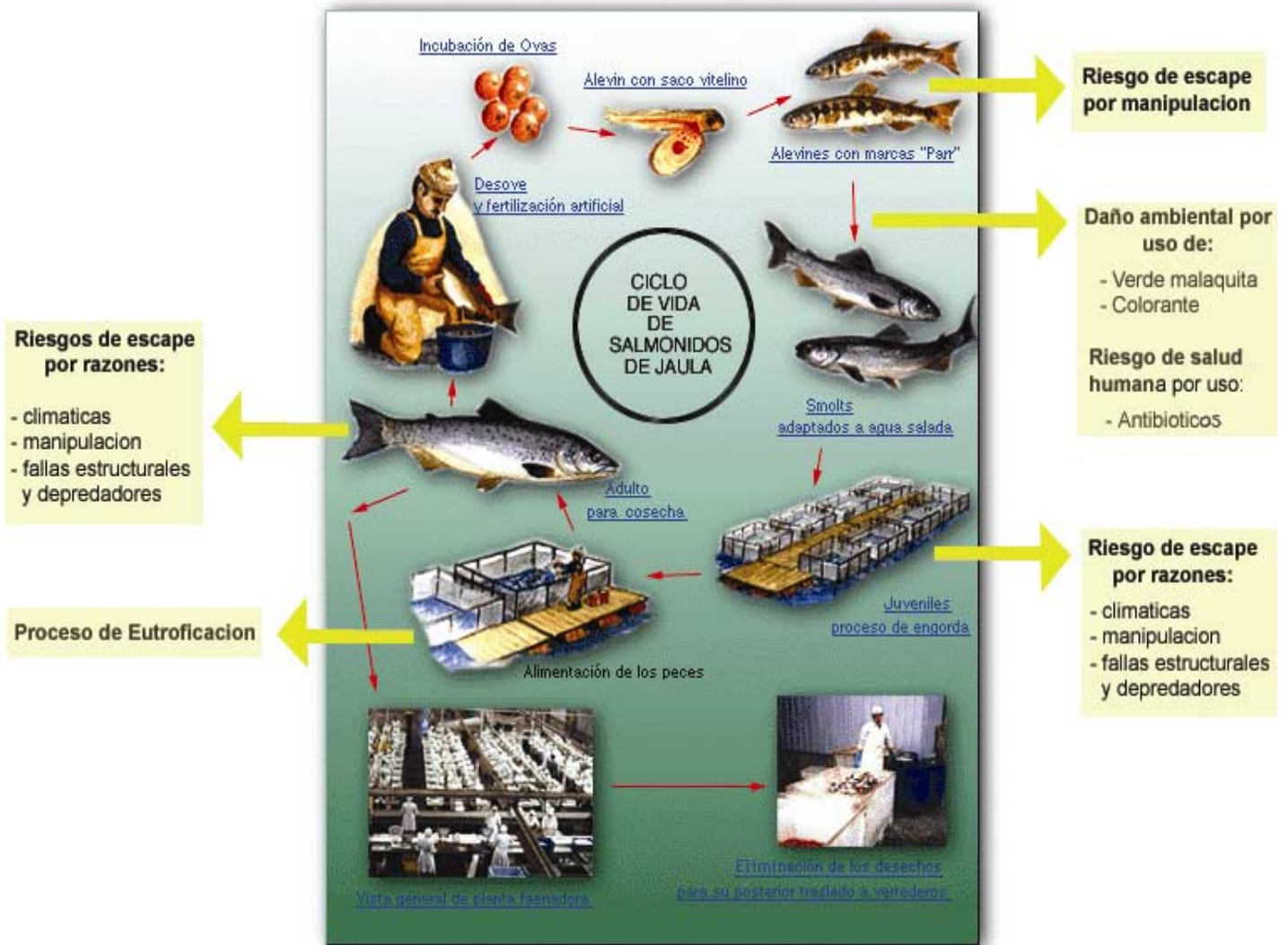
⁵⁰ Dato del año 2002.

⁵¹ Informe de Recursos 2000, Fundación Terram.

⁵² Ibid.

⁵³ Informe de Recursos 2000, Fundación Terram.

Esquema: Ciclo de Vida Salmónidos de Jaula y sus Riesgos⁵⁴



⁵⁴Modificado de http://www.puc.cl/sw_educ/prodanim/peces/sii3.htm

6.- Conclusiones y Recomendaciones

Queda en evidencia que los eventos de escapes de salmones de sus balsas jaulas son recurrentes en todas las regiones donde se desarrolla esta actividad en escala industrial y origina efectos no deseados, como resultado de la introducción de peces no silvestres –y exóticos en Chile- con un ciclo de vida modificado para aumentar su productividad, alterando el equilibrio de los ecosistemas.

La principal razón para que esto ocurra responde a las características propias de los actuales sistemas de cultivos, basados en balsas jaulas dentro de los cuerpos de aguas (océanos/lagos), de forma que resulta muy difícil controlar el escape de peces de los centros de cultivo.

Los principales efectos de la fuga de salmones – presentes en investigaciones internacionales y nacionales- se pueden resumir en los siguientes tres puntos:

- Hibridación con especies silvestres, con resultado de pérdida de diversidad biológica.
- Transmisión de enfermedades propias de los salmones de cultivo sobre la fauna silvestre.
- Competición y depredación de especies silvestres.

Además, la actividad se caracteriza por otros impactos ambientales y sociales que agravan la fuga de salmones de las empresas acuícolas. Por ejemplo, el uso indiscriminado de antibióticos y sustancias químicas para el control de hongos (oxitetraciclina y verde de malaquita), que generan nuevos patógenos resistentes a estas sustancias. Por otro lado, entre los aspectos sociales destacan los efectos sobre los pescadores artesanales, quienes no pueden capturar y comercializar los salmones que son producto de su esfuerzo de pesca y, para peor, ven afectada la biomasa de las especies que tradicionalmente han pescado por la voracidad de los peces fugados.

Por estas razones, Fundación Terram considera altamente preocupante la situación actual. La normativa existente esta orientada a minimizar las pérdidas de los empresarios, énfasis que incluso se traslada a las autoridades del ramo, quienes expresan los perjuicios para el país considerando solamente los efectos económicos privados. No se tiene el mismo vigor para exigir la reparación de los efectos que originan estos escapes en el bien común, como por ejemplo la pérdida del patrimonio ambiental del país y la protección de los pescadores artesanales, víctimas de la negligencia de terceros. Se están omitiendo responsabilidades ineludibles del Estado.

Reflejo de lo anterior es la asimetría existente entre el crecimiento explosivo de la actividad y la reducida investigación en torno al tema de los impactos ambientales y el marco regulador existente para este tipo de eventos.

Entonces, resulta indispensable que se conforme una comisión especial para que estudie esta materia y genere los instrumentos legislativos necesarios para su regulación.

Bibliografía

- Bushmann, A. (2001) Impacto Ambiental de la Acuicultura, El Estado de la Investigación en Chile y el Mundo. Fundación Terram. Disponible en: <http://www.terram.cl>
- Fundación Terram. 2000. La Ineficiencia de la Samonicultura en Chile. Aspectos sociales, económicos y ambientales. RPP N°1. Disponible en: <http://www.terram.cl>
- Fundación Terram. 2000. Informe de Recursos. Disponible en: <http://www.terram.cl>
- Ian A. Fleming. 2001. Implications of Stocking: Ecological Interactions between wild and released salmonids.
- Instituto Tecnológico del Salmón, Aquatic Health y U. Austral de Chile. 2000. Catastro de Enfermedades de Peces Nativos Circundantes a Centros de Cultivos de Salmonídeos. Informe Final. Proyecto FIP – IT / 97-38. Disponible en: <http://www.fip.cl/pdf/informes/inffinal%2097-38.pdf>
- Política Nacional de Acuicultura. Agosto 2003.
- Soto, D. Jara, F. 1997. Evaluación de salmónidos de vida libre existentes en las aguas interiores de las regiones X y XI, Proyecto FIP-IT/95-31. Universidad Austral de Chile. Disponible en <http://www.fip.cl/pdf/informes/IT%2095-31.pdf>
- Staniford, D. 2002. Aquaculture in the European Union: Present Situation and Future Prospects. Paper presentado en el European Parliament's Committee on Fisheries. Disponible en http://www.watershed-watch.org/www/publications/sf/Staniford_Flaws_SeaCage.PDF
- Weber, Michael L. 2003. What Price farmed fish. Seaweb.

Otras Publicaciones de Fundación Terram

ADC-5S	A la Espera de los Cambios Sociales, 08-2002
ADC-5MA	Santiago, Una Ciudad que se Ahoga entre el Smog, la Basura y las Inundaciones, 8-2002
ADC-5RN	La Insustentabilidad en el Uso de los Recursos Naturales, 08-2002
ADC-6MA	La Expansión Urbana de Santiago vs. el Plan de Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana, 10-2002
APP-6	El Tratado de Libre Comercio entre Chile y Estados Unidos: Mitos y Realidades, 02-2002
APP-7	El Aluminio en el Mundo, 04-2002
APP-8	MegaProyecto Alumysa, 04-2002
APP-9	El Fracaso de la Política Fiscal de la Concertación, 04-2002
APP-10	De Pescadores a Cultivadores del Mar: Salmonicultura en Chile, 06-2002
APP-11	La Privatización de los Recursos del Mar, 08-2002
APP-12	Crecimiento Infinito: el mito de la salmonicultura en Chile, 08-2002
APP-13	Informe Zaldívar: El Conflicto de Interés en la Ley de Pesca, 12-2002
APP-14	Minera Disputada de Las Condes: El Despojo a un País de sus Riquezas Básicas, 12-2002
APP-15	TLC con Estados Unidos: Neoliberalismo sin Retorno, 03-2003
APP-16	Impacto Ambiental de la Salmonicultura: La Situación en la Xª Región de los Lagos, 06-2002
APP-17	Antibióticos y Acuicultura: Un análisis de sus potenciales impactos para el Medio Ambiente, la salud humana y animal en Chile, 04-2003
APP-18	Opinión sobre la Ley de Bosque Nativo: Aspectos Económicos, 08-2003
APP-19	TLC Chile- Estados Unidos: Por un Debate Necesario, 08-2003
APP-20	El Aporte de la Minería a la Economía Chilena, 10-2003
APP-21	TLC Un análisis del Capítulo de Inversiones: Las Restricciones a la Política Pública, 10-2003
EDS-1	Del Bosque a la Ciudad: ¿Progreso?, 03-2002
EDS-2	Domar el capitalismo extremo no es tarea fácil, 11-2002
ICS-4	Desde la Perspectiva de la Sustentabilidad: Superávit Estructural, Regla para la Recesión 05-2002
IPE-1	Una Arteria sobre un Parque, 03-2002
IPE-2	Dónde habrá más basura: ¿En los Rellenos Sanitarios o en su Proceso de Licitación?, 06-2002
IR-2000	Informe de Recursos 2000
IR-2001	Informe de Recursos 2001
RPP-1	La Ineficiencia de la Salmonicultura en Chile: Aspectos sociales, económicos y ambientales, 07-2000
RPP-2	El Valor de la Biodiversidad en Chile: Aspectos económicos, ambientales y legales, 09-2000
RPP-3	Salmonicultura en Chile: Desarrollo, Proyecciones e Impacto, 11-2001
RPP-4	Impacto Ambiental de la Acuicultura: El Estado de la Investigación en Chile y en el Mundo, 12-2001
RPP-5	El Bosque Nativo de Chile: Situación Actual y Proyecciones, 04-2002
RPP-6	Éxitos y Fracasos en la Defensa Jurídica del Medio Ambiente, 07-2002
RPP-7	Determinación del Nuevo Umbral de la Pobreza en Chile, 07-2002
RPP-8	De la Harina de Pescado al "Salmón Valley", 08-2002
RPP-9	Legislación e Institucionalidad para la Gestión de las Aguas, 08-2002
RPP-10	Megaproyecto Camino Costero Sur ¿Inversión Fiscal al Servicio de Quién?, 11-2002
RPP-11	Evaluación Social del Parque Pumalín, 12-2002
RPP-12	El Estado de las Aguas Terrestres en Chile: cursos y aguas subterráneas, 12-2002
English	
PPS-1	The Value of Chilean Biodiversity: Economic, environmental and legal considerations, 05-2001
PPS-2	The Free Trade Agreement between Chile and the USA: Myths and Reality, 03-2002

Escuche nuestro programa radial "Archivos del Subdesarrollo", todos los lunes a las 19:00 horas en Radio Universidad de Chile, 102.5 F.M.

Fundación Terram es una Organización No-Gubernamental, sin fines de lucro, creada con el propósito de generar una propuesta de desarrollo sustentable en el país. Con este objetivo, Terram se ha puesto como tarea fundamental construir reflexión, capacidad crítica y proposiciones que estimulen la indispensable renovación del pensamiento político, social y económico del país.

Para pedir más información o aportar su opinión se puede comunicar con Fundación Terram:

Fundación Terram

General Bustamante 24, piso 5, Of. I, Providencia,
Santiago, Chile

Página Web: www.terram.cl
comunicaciones@terram.cl

Teléfono (56) (2) 269-4499

Fax: (56) (2) 269-9244