

## CAPÍTULO V

# IMPACTOS AMBIENTALES DE LA SALMONICULTURA

LOS IMPACTOS AMBIENTALES de la salmonicultura se han intensificado con el desarrollo de la industria, lo cual ha sido objeto de debates muy amplios. Se ha identificado una gran variedad de impactos posibles, relacionados principalmente con la alimentación de los peces, con los sedimentos orgánicos en el fondo marino, con el proceso de transformación, con el control de enfermedades y con la generación del producto final, sin considerar los impactos derivados de las actividades proveedoras de insumos o equipos. Para producir el alimento de los salmones se genera una importante presión sobre los bancos de peces. Además, las aguas reciben cantidades considerables de desechos, como el alimento no consumido por los peces, que sedimenta en el fondo marino. También se introducen antibióticos y sustancias químicas al ecosistema con el objeto de combatir enfermedades. Las ovas foráneas, por su parte, aumentan la probabilidad de expansión de enfermedades en el medio. En el proceso de faena del producto se generan desechos que muchas veces terminan en los cursos de agua.

Sin embargo, la evidencia concreta sobre estos efectos sugiere que no existen conclusiones definitivas, en parte por la carencia de suficientes investigaciones que avalen los resultados, y en parte porque respecto de los impactos más evidentes (como la eutricación de las

aguas<sup>1</sup> o posibles agentes que afecten la salud humana) las propias empresas han desarrollado programas de control y aplicación de nuevas tecnologías que tienden a eliminar muchos de esos impactos<sup>2</sup>.

Las dos grandes tesis que muestra el debate son: en primer lugar, la tesis “pesimista”, que enfatiza los daños potenciales, aludiendo a proyecciones basadas en coeficientes técnicos y en estimaciones del crecimiento de la producción. El planteamiento más conocido es el de la Fundación Terram, que ha dedicado varios años al estudio de las relaciones entre desarrollo y medio ambiente. La otra, y opuesta tesis, puede calificarse de “optimista”, y ha sido sostenida principalmente por las empresas del sector, con algunos respaldos científicos. Según esta tesis, el insumo principal para el desarrollo acuícola es el agua limpia, sin la cual no sería viable el cultivo de peces. Por lo tanto, se sostiene que las empresas son las principales interesadas en evaluar los impactos y controlarlos mediante la aplicación de nuevas tecnologías<sup>3</sup>. Por otra parte, las crecientes regulaciones ambientales y los programas de producción limpia han contribuido a disminuir los impactos depredadores y a desarrollar nuevas alternativas tecnológicas que protejan la salud humana y la calidad del medio ambiente. En lo subsiguiente se hará una reseña de los principales impactos potenciales sobre el medio ambiente y de las acciones emprendidas por los actores.

Aparte de los alimentos, la acuicultura intensiva utiliza materiales como acero galvanizado, aluminio, fibra de vidrio y PVC, materiales que pueden provocar diversos efectos ambientales. También se emplean elementos químicos para la prevención y tratamiento de enfermedades, para combatir parásitos, hongos y bacterias y para evitar la proliferación de organismos incrustantes que se fijan en las estructuras artificiales como las balsas utilizadas en la acuicultura. Existe una gran variabilidad en la forma y cantidad de uso de estos compuestos.

La información sobre los impactos de la industria acuícola chilena en el medio ambiente es escasa. En relación al impacto en agua

1 Se define la eutricación como una “acelerada incorporación de nutrientes [...], principalmente nitrógeno y fósforo, al estuario a través de varias fuentes no específicas, incluyendo el uso de fertilizantes agrícolas”. “Una sobreabundancia de nutrientes, particularmente nitrógeno en sistemas de estuarios, puede llevar a un excesivo crecimiento de plancton y macroalgas, con una pérdida de valor estético de las aguas (pérdida de color, olores) y, a menudo, al agotamiento del oxígeno” (científico Robert Nuzzi, de la Universidad de la Ciudad de Nueva York, en comunicación personal).

2 Para una descripción y discusión científica del concepto de “borde costero”, considerado como un ecosistema, ver Centro de Análisis de Políticas Públicas (2000), Capítulo II, Sección 6.

3 Lo cual no excluye que haya comportamientos oportunistas que buscan una explotación intensiva a corto plazo, para desplazarse después hacia otras zonas limpias.

dulce, de acuerdo a los estudios auspiciados por la Fundación Terram señalados por Buschmann (2001), todo parece indicar que los lagos del sur de Chile tienen diversos mecanismos de resistencia a la eutrofización. Soto (2000: 6) también estima que, dadas sus características geográficas, los lagos chilenos tendrían “mayores condiciones de resiliencia al ingreso de nutrientes [...] pero eso debe estudiarse aun”.

Por ejemplo, en el lago Llanquihue (el lago más grande de Chile) se produce cerca del 80% de los salmones *smolt*, con una producción de 2.000 toneladas por año y una contribución de 32 toneladas de fósforo que se depositan en las aguas, equivalentes al 13% del total que entra al lago (Soto, 2000: 20). De acuerdo a esta investigadora, “la carga actual de fósforo calculada para el lago es aun menor que la carga crítica” y la salmonicultura es responsable sólo de un 13% de aquella. Por ello, aún es posible planificar el uso del agua para evitar llegar a situaciones críticas.

En relación a posibles impactos en agua salada, utilizando unos índices de diversidad ecológica, Vergara (2001) detectó que el número efectivo de especies presentaba un aumento significativo, aunque acotado temporalmente. En consecuencia, se puede indicar que los registros existentes en Chile indican exclusivamente efectos menores o leves sobre el medio ambiente. En cualquier caso, la falta de efectos puede atribuirse a la falta de estudios sistemáticos y bien planificados (Buschmann, 2001).

Pero, sin duda, el alimento es uno de los principales insumos que utiliza la acuicultura intensiva. Los impactos ambientales relacionados con la alimentación son de dos tipos principales: la producción de los alimentos y las materias orgánicas derivadas de la alimentación.

## ALIMENTACIÓN

En relación con la alimentación, la dieta del salmón contiene 50% de harina de pescado. Se ha estimado que para una tonelada de harina de pescado se requieren cinco toneladas de peces (Buschmann, 2001). Por otro lado, algunos cálculos señalan que se requiere de tres kilos de pescado para producir uno de salmón (Buschmann, 2001)<sup>4</sup>. Por lo tanto, aquí se puede identificar una presión sobre las pesquerías nativas, con la correspondiente modificación de los hábitats donde se sustenta la actividad pesquera.

Con respecto a la materia orgánica derivada de la alimentación de los salmones, del total de alimento suministrado para la producción

<sup>4</sup> Sin embargo, cifras recientes sugieren un importante aumento de la productividad: por cada 1 Kg de salmón se requeriría solo 1,3 Kg de alimento. La incidencia del costo de los alimentos en el costo de producción del salmón es de 85% (Sánchez, 2002: 66).

de salmones, cerca de un 25% de los nutrientes son asimilados por estos, mientras que un 75% a 80% queda en el ambiente (Buschmann, 2001). Hay que recordar que un kilo de alimento es materia seca, en tanto un kilo de salmón contiene 75% de agua. Una parte de estos desechos va al fondo, e igual cantidad queda en la columna de agua. Los productos de la excreción son esparcidos por las corrientes, y los productos de la alimentación (sólidos) se depositan en el fondo de lagos y zonas costeras. Se estima 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 agua (Buschmann, 2001). Estos cambios en la columna de agua provocan aumentos de la materia orgánica disuelta; reducción de la concentración de oxígeno disuelto; alteración del pH en los niveles de conductividad y transparencia del agua. R.S.S. Wu sugiere una disminución en la concentración de oxígeno en hasta un kilómetro de las balsas de cultivo (Wu et al., 1993). Por cierto, la acumulación de materia orgánica depende de varios factores, entre otros de la especie en cultivo, la calidad del alimento, el tipo de manejo, las corrientes y la profundidad. La materia orgánica acumulada estimula la producción bacteriana y vegetal y cambia la composición química, la estructura y funciones de los sedimentos. Los efectos también pueden ser distintos si se trata de zonas de aguas continentales o zonas costeras.

Con todo, se estima que ha habido una disminución de la acumulación de materia orgánica en los últimos diez años. La experta Doris Soto opina que “cada vez estamos mejor. Hace 10 años por cada tonelada de salmón se quedaban 16 kilos de fósforo en el ambiente. Hoy día, empresas noruegas y de Chile sostienen que no son más de 10 u 11 kilos de fósforo que queda en el ambiente por tonelada de salmón producido. De nitrógeno, se partió de 100 kilos y se ha ido bajando. Hoy día es de alrededor de 50 a 60 kilos lo que se queda en el ambiente”<sup>5</sup>.

Además de los efectos directos del depósito de materia orgánica sobre los fondos, en casos extremos se pueden generar efectos sobre los propios organismos en cultivo. Se han reportado muertes de peces cultivados, como consecuencia de una inversión de los estratos de aguas del fondo con una baja concentración de oxígeno en zonas costeras.

En atención a estos riesgos ambientales, la investigadora Doris Soto estima necesario “estudiar y registrar las tendencias temporales y espaciales de algunas variables indicadoras del estatus eutrófico de los cuerpos de agua [...] al menos dos veces al año. Las áreas de mayor carga de salmones y que podrían presentar situaciones más sensibles son el Estuario de Reloncaví, áreas de Puerto Montt, Calbuco y Quellón,

<sup>5</sup> Entrevista personal a Doris Soto, julio de 2002.

en la X Región y el área de Puerto Cisnes en la XI Región. En agua dulce los lagos de mayor relevancia en este sentido serían el Lago Llanquihue y algunos lagos de Chiloé” (Soto, 2002: 51).

Con este objeto, la Asociación de Productores de Salmón y Trucha de Chile firmó un acuerdo con la Universidad Austral de Chile para implementar un programa de monitoreo permanente de la calidad de las aguas en las principales áreas de cultivo (Soto, 2002: 51).

## CULTIVO

En relación al proceso de cultivo, la instalación de un centro productivo requiere de balsas-jaula, líneas flotantes y otros sistemas, lo que implica un aumento de la actividad humana y de los niveles de ruido. Esto puede tener efectos adversos sobre la vida silvestre, tanto en el sitio específico como en la zona costera aledaña. Por otra parte, el cultivo de una especie en un lugar determinado atrae depredadores, lo cual puede producir como resultado final la muerte de animales en forma accidental o deliberada. Suárez y Guzmán (1998) señalan que el cultivo intensivo de peces en espacios confinados, como jaulas, ha causado floraciones de especies de microalgas no tóxicas que pueden llegar a ser altamente nocivas y hasta letales, por acumularse en lugares donde los peces cultivados no pueden escapar.

Debido al proceso de reproducción y producción de los salmones, concentrados en balsas-jaula y trasladados varias veces de estanques y agua salada/dulce, la industria requiere de gran cantidad de sustancias químicas y antibióticos para controlar la propagación de enfermedades y el estrés que sufren los peces. Algunas enfermedades en Chile que han causado importantes pérdidas a la industria son la enfermedad bacteriana del riñón (BKD), septicemia rickettsial, síndrome del salmón Coho y piojo de mar (Bravo y Gutiérrez, 1991). También se producen enfermedades por la concentración de peces en estado de cautiverio. La densidad en las balsas-jaula favorece la proliferación de enfermedades, e incluso las causa.

Algunas concentraciones pequeñas de ciertos tipos de algas pueden producir una mucosidad que cubre las agallas de los salmones de manera que estos no tardan en generar infecciones, hemorragias en las agallas y desoxigenación. El crecimiento de algas también puede producir toxinas como la heptosina y la microcyltina, que causan enfermedades a los salmones y a otras especies que rodean las balsas-jaulas (Doren y Gabella, 2001: 24).

Pero no existen estudios en Chile que relacionen las enfermedades presentes en peces y en seres humanos.

En 1990 la industria salmonera utilizó alrededor de 13 toneladas de antibióticos (como droga pura total), cantidad que aumentó a 65 toneladas en 1995 y 100 toneladas en 1998.

En comparación con Noruega, los niveles de uso son notablemente superiores. Existe un serio problema por la administración de estos antibióticos ya que no solo llega a los peces enfermos sino que también a los sanos, creando resistencia a futuros medicamentos para atacar las enfermedades cotidianas [...] Por otro lado, la utilización de subproductos del salmón como insumos alimenticios de otros animales constituye una vía potencial para la transmisión de enfermedades (Claude y Oporto, 2000: 16).

Los agentes químicos que se utilizan en la construcción de jaulas, en la protección contra la corrosión y en la antifijación de organismos incrustantes son también elementos que generan importantes efectos ambientales. También hay elementos químicos utilizados como pigmentos incorporados al alimento, desinfectantes y productos para el control de enfermedades, como antibióticos, fungicidas y compuestos antiparasitarios.

Los antibióticos son suministrados por vía oral o como vacunas inyectables. En el primer caso, la mayor parte de estos compuestos termina en el ambiente, a través del alimento no ingerido y en las fecas. Dichos compuestos pueden ser posteriormente consumidos por otros organismos o peces silvestres que se alimentan alrededor de los sistemas de cultivo. Algunos antibióticos solubles se diluyen rápidamente, mientras que otros son fotodegradables. Se ha determinado que los diferentes antibióticos pueden permanecer durante varios meses en los sedimentos.

Se reconoce que los antibióticos pueden estar presentes a cientos de metros de los sistemas de cultivo, permanecer en el ambiente por más de dos semanas luego de ser suministrados y encontrarse en organismos que consumieron restos de alimentos con residuos de antibióticos. No existen evidencias de efectos negativos sobre el ser humano.

Una de las sustancias químicas empleadas en Chile –prohibida en Estados Unidos, Gran Bretaña y Noruega– es la *verde malaquita*, que es utilizada como fungicida para prevenir la propagación de hongos en la etapa de agua dulce en ovas y alevines. Si bien se emplea en dosis bajas, sus detractores la prohibieron por “sus reconocidas propiedades tóxicas para la salud humana que provocan desde la destrucción intestinal en el caso de la exposición externa; hasta efectos cancerígenos comprobados en el caso de largas temporadas de exposición a él” (Doren y Gabella, 2001: 28).

En los centros de cultivos que se utiliza la *verde malaquita*; una vez finalizada la etapa de agua dulce, los peces son bañados para qui-

tarles la sustancia. El problema radica también en la descarga del agua con residuos de malaquita. Si estos residuos llegan al ser humano, tienen un impacto en la salud que puede producir gastroenteritis, mareos, manchas en la piel y pérdida de peso.

### ESCAPES DE PECES

La acuicultura no sólo produce efectos ambientales por los desechos de materia orgánica y químicos que libera al ambiente, sino también porque los mismos peces en cultivo escapan. Estos pueden afectar otras especies silvestres y su presencia en el mar atrae depredadores, tales como aves, peces y mamíferos marinos (Penczak et al., 1982). Se ha estimado que los escapes alcanzan, en años normales, hasta el 5% de los peces cultivados, cantidad que puede aumentar con tormentas o accidentes que causan la liberación masiva de peces en cautiverio.

Doris Soto (Soto et al., s/f) ha estimado empíricamente la importancia de los escapes de salmones y los posibles efectos predatorios sobre la fauna nativa. El objetivo fue evaluar las posibles amenazas. Pero la conclusión general es que hay poca evidencia científica sobre los efectos ambientales que pueden producir los salmones exóticos escapados en el hemisferio sur y, en cualquier caso, se estima que su importancia es más bien menor.

Los escapes de salmones se producen en los meses de invierno, debido a los temporales. Los primeros grandes escapes en Chile ocurrieron en 1994-1995. La propagación de enfermedades a la fauna del ecosistema que rodea los centros de cultivos puede deberse principalmente a un contagio directo con la fuga de los salmones de las balsas-jaula y al entrar en contacto con éstas, o bien al interactuar salmones que llevan cargas de antibióticos y sustancias químicas.

En cuanto a la existencia de efectos predatorios, efectivamente se encontró alguna evidencia, pero su importancia depende de que efectivamente los peces escapados se aclimaten y pasen a constituir una especie "silvestre". Como resultado de los experimentos realizados, se encontró una relación inversa entre la cantidad de salmones capturados y la cantidad de especies nativas y riqueza de especies, en un mismo sitio. Aunque los investigadores reconocen que no es fácil establecer una relación clara de causalidad –la que podría operar en cualquiera de los dos sentidos–, se inclinan a pensar que la abundancia de salmón escapado es causa de una disminución de especies nativas.

Pero otra evidencia encontrada es la ausencia de poblaciones de salmón establecidas en forma silvestre como consecuencia de los escapes (aclimatadas). Al parecer, la causa principal de este hecho es la pesca artesanal.

En el sur de Chile, los pescadores artesanales costeros parecen haber ejercido un fuerte control sobre las poblaciones de salmones con desarrollo potencial, haciendo de la introducción del salmón silvestre y de su pesca una actividad poco probable en el corto plazo, al menos en la X región (Soto et al., s/f).

La mayoría de los salmones escapados fueron capturados mediante la pesca. Probablemente tampoco se habrían podido reproducir.

Los autores citados estiman que es poco probable que se produzca una reproducción masiva de salmones escapados de cautiverio, debido a la pesca artesanal de los mismos. Esta pesca artesanal es la forma más eficaz de controlar la población escapada, por lo que se debería estimular esa actividad. Curiosamente, la sobreexplotación de especies nativas ha estimulado la pesca artesanal del salmón.

### DEPREDACIÓN DE LA FAUNA NATIVA

Una de las consecuencias más agresivas del impacto ambiental de la acuicultura industrial es la depredación de la fauna nativa<sup>6</sup>. El exterminio de animales y aves puede ser tanto accidental como intencional, y en varias ocasiones ésta última llega a ser incluso cruel. Para evitar que la fauna local atacara los centros de cultivo en busca de alimento, las industrias implementaron diversos sistemas de protección. Entre los mecanismos usuales se encuentran las redes antilobos y redes de protección, que impiden el paso de los lobos marinos a las jaulas, y que ocasionan la muerte del animal.

En la práctica todavía se utilizan métodos crueles e ilegales de eliminación de lobos marinos, como son la matanza de ejemplares en sus lugares de descanso o en colonias reproductivas con el uso de armas de fuego; la muerte a palos de ejemplares que son capturados en los centros de cultivos de salmonídeos; la ingesta obligada de carburo (muerte por meteorismo) y el descuartizamiento de ejemplares, los que son amarrados en las cercanías de las balsas-jaulas como 'escarmiento' para aquellos ejemplares que merodean por los alrededores (Claude y Oporto, 2000: 30).

Estas prácticas han ocasionado una considerable disminución entre la población de lobos marinos (la muerte de 5.000 a 6.000 ejemplares), delfines chilenos y delfines australes y algunas ballenas minke.

<sup>6</sup> Las aves y mamíferos de la zona son: gaviotas, gaviotines, fardelas, patos y pingüinos, delfines, nutrias de río, orcas, ballenas francas, lobos finos sudamericanos y lobos marinos comunes.

## UNA VISIÓN ALTERNATIVA

La industria de la salmicultura ha desarrollado una visión alternativa sobre los impactos ambientales, basada en una creciente asignación de recursos a la investigación científica que permita evaluar los efectos concretos. Su principal argumento es que tratándose de una industria que ha crecido a tasas muy altas y cuya principal fuente de desarrollo son los mercados de los países desarrollados, con altos estándares de exigencias ambientales y de calidad, no podría arriesgar ese desempeño e ignorar los posibles efectos contaminantes. Por otra parte, la propia actividad acuícola se vería restringida en su crecimiento a largo plazo si no se aplicara la tecnología más avanzada para evitar el deterioro de la calidad de las aguas, que es su principal insumo. Con todo, hay un reconocimiento de que este ha sido un proceso en el tiempo y que en sus primeras etapas hubo una gran heterogeneidad de productores, muchos de los cuales ignoraron las implicancias ambientales. Pero la maduración y consolidación de la industria estaría contribuyendo a una mayor homogeneidad tecnológica y a una mayor conciencia de la importancia de generar un bien público, como lo es la buena calidad ambiental.

En este objetivo, la cooperación público-privada ha sido fundamental, ya que las instituciones del Estado tienen la responsabilidad de diseñar un sistema regulatorio eficaz, como también un sistema de monitoreo y control.

Es interesante señalar dos programas –entre muchos que están en ejecución–, uno respecto del control de residuos en los salmones y otro respecto del retiro de residuos sólidos orgánicos.

El Programa de Control de Residuos es implementado por el Servicio Nacional de Pesca, en cooperación con el Laboratorio de Verificación de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Chile (*Aquanoticias*, 2002a: 81 y ss.). Este programa está orientado a detectar la existencia de drogas veterinarias en los salmones, las cuales no son aceptadas por los países de la Unión Europea y Estados Unidos. Todas las plantas pesqueras que exportan sus productos a esos países deben someterse a un Programa de Aseguramiento de Calidad y emitir una “Declaración de Garantía” respecto de la no presencia de los residuos contaminantes y antimicrobianos en sus productos. El Servicio Nacional de Pesca, por su parte, controla la implementación de este programa a través del análisis de muestras oficiales que se toman en los centros de cultivo y en las plantas procesadoras. Al año 2002, el programa llevaba cuatro años de funcionamiento, con resultados que se presentan en el cuadro siguiente.

**Cuadro 7**  
Programa de Control de Residuos Aplicado por Sernapesca\*

Año	Número de muestras antimicrobianas contaminantes y sustancias prohibidas	Muestras positivas. Resultados mayores al LMR** establecidos por la Unión Europea
1998***	2.465	14 (0,56%)
1999	2.395	12 (0,5%)
2000	2.625	5 (0,5%)
2001 (enero a octubre)	2.470	0 (0%)

Fuente: Sernapesca (2002: 81).

\* Considera productos con destino a la Unión Europea.

\*\* Límite Máximo Residual.

\*\*\* Durante el año 1998 sólo se analizaron muestras para determinar la presencia de antimicrobianos.

Las cifras muestran el progresivo mejoramiento del programa, hasta llegar a la total eliminación de muestras con residuos por encima del “límite máximo residual” exigido por la Unión Europea. En el caso de detectarse muestras con residuos que exceden los límites, se procede a identificar el origen de esas muestras y aplicar acciones correctivas. Al mismo tiempo, la industria está haciendo un gran esfuerzo para desarrollar vacunas que impidan el desarrollo de enfermedades, estrategia que Noruega puede aplicar por su carácter de industria madura.

El otro programa al que se hacía referencia es el de extracción de excedentes o residuos sólidos orgánicos de los centros de cultivo. Más que un programa, es un servicio que comenzó a realizar en 1994 una empresa, denominada Pesquera Pacific Star, orientada al retiro de los desechos sólidos orgánicos de las plantas procesadoras. En la actualidad, este retiro se efectúa cada dos días desde 186 centros de cultivos de salmones en agua de mar. En forma reciente, la empresa está planeando implementar un Sistema de Gestión Ambiental de acuerdo a las normas ISO 14000 (*Aquanoticias*, 2001a: 18-19).