ALGUNOS CRITERIOS PARA EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA SALMONICULTURA EN CHILE: COMENTARIOS DE LA SENTENCIA R-20-2019 COMUNIDAD INDÍGENA ATAP Y OTROS CON COMISIÓN DE EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA REGIÓN DE MAGALLANES

Some criteria used to assess the environmental impacts of salmon farming in Chile: comments to the case R-20-2019 ATAP Indigenous Community and others with the Commission of Environmental Assessment of the Magallanes Region

Diego Zuñiga Cañete

Abogado. Magíster en Derecho, Mención Recursos Naturales de la Universidad Católica de Norte
Magíster en Derecho inmobiliario y Registral de la Universidad Central de Chile
Analista legal regional de la Dirección General de Aguas, Región de Antofagasta.
Profesor de Derecho Ambiental de la Universidad La República, sede Antofagasta
zunigadiego888@gmail.com

RESUMEN: Los demandantes argumentaron que el proyecto no debería haber recibido una calificación ambiental positiva, ya que el titular no proporcionó la información necesaria para descartar posibles efectos significativos en la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables. Añadieron que hubo una falta de caracterización adecuada del área de influencia del proyecto, especialmente en lo que respecta a su biodiversidad. También cuestionaron la precisión de la modelación llevada a cabo durante la evaluación, argumentando que no se permitió rechazar el impacto en la biodiversidad marina, ya que los resultados se basaron exclusivamente en literatura científica. El enfoque principal de este trabajo se dirige hacia la cuestión concreta de la inclusión de proyectos recientes en el ámbito de la salmonicultura, así como la ampliación de proyectos preexistentes, en el proceso de evaluación ambiental. Aquí se analizan detenidamente los impactos ambientales que con frecuencia se subestiman o tratan de evadir a través de la utilización de modelos extranjeros que no han sido debidamente ajustados a nuestra realidad ambiental.

PALABRAS CLAVE: área de influencia, biodiversidad, DEPOMOD, efectos significativos en el medio ambiente, estudio de impacto ambiental, falta de caracterización, información errónea, recursos renovables.

ABSTRACT: The plaintiffs argued that the project should not have received a positive environmental rating, as the holder did not provide the necessary information to rule out possible significant effects on the quantity and quality of renewable natural resources. They also claimed that there was a lack of adequate characterization of the area of influence of the project, especially regarding its biodiversity. They also questioned the accuracy of the modeling carried out during the assessment, arguing that it did not allow the rejection of the impact on marine biodiversity, as the results were based exclusively on scientific literature. The main focus of this work is directed toward the specific issue of the inclusion of recent projects in the field of salmon farming as well as the expansion of pre-existing projects in the environmental assessment process. Here, the frequently underestimated or evaded environmental impacts are carefully analyzed through the use of foreign models that have not been properly adjusted to our environmental reality.

KEYWORDS: area of influence, biodiversity, DEPOMOD, environmental impact study, lack of characterization, misleading information, significant effects on the environment, renewable resources.

INTRODUCCIÓN

Las actividades humanas frecuentemente producen alteraciones en los ecosistemas, las que generan efectos adversos en el medio ambiente. El presente artículo se abocará a los impactos de la salmonicultura, que está asociada básicamente al cultivo de especies de alto nivel trófico –carnívoras– que requieren la incorporación al medio ambiente de una fuente exógena de energía, que es el alimento (FOLKE et al., 1998, p. 566).

En Chile, la producción de salmones aumentó de 49.871 toneladas en 1992 a 311.000 toneladas en el año 2004, lo que equivale a un aumento del 600% en tan solo 12 años. Actualmente se exportan 900 mil toneladas de salmón al año. Estas cifras sitúan a Chile como el segundo productor salmonero del mundo, después de Noruega (BUSCHMANN Y FORTT, 2005, p. 58).

Los métodos que se utilizan para el cultivo intensivo de peces impactan en el medio ambiente a través de distintas formas. La principal es la alimentación de los salmones y a través de los desechos.

La salmonicultura en Chile se ha caracterizado por no tener una visión de sustentabilidad ambiental. Más bien, han primado las metas productivas en desmedro de su entorno ecológico inmediato, lo cual finalmente ha generado mortalidades masivas de salmones de cultivo, afectando directamente a la industria, como el virus ISA el año 2007, los eventos de floración de algas nocivas (FAN) y el escape masivo de ejemplares.

La legislación nacional que descansa en la Ley N°.19.300, Bases Generales del Medio Ambiente y la Ley N°.18.892 de Pesca y Acuicultura y sus posteriores modificaciones, entre otras, regulan la actividad acuícola del país. Estas normativas se han caracterizado por ser tardíamente reactivas respecto a las catástrofes ambientales de la industria salmoneera, particularmente en relación con el control sanitario, control productivo respecto a la capacidad de carga ambiental, administración de las concesiones marinas, permisos ambientales poco rigurosos a través de las Declaración de Impacto Ambiental (DIA), entre otros ejemplos.

El presente trabajo se enfoca específicamente en este último aspecto, relacionado con el ingreso de nuevos proyectos de salmonicultura o ampliaciones de proyectos antiguos, al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Se analizan los impactos ambientales, que muchas veces se subestiman y se tratan de obviar utilizando modelos importados que no han sido consolidados a nuestra realidad ambiental, a objeto de revisar el cumplimiento de las exigencias impuestas por dicho sistema.

Para ello, se analiza una sentencia del Tercer Tribunal Ambiental en relación con una demanda interpuesta por una comunidad indígena Kawésqar en contra de la Comisión de Evaluación Ambiental, por aprobar una Declaración de Impacto Ambiental a través de una Resolución de Calificación Ambiental favorable, asociada a un proyecto salmonero en la península de Benson, cerca de Puerto Natales y ubicada a 1.600 metros del Parque Nacional Kawésqar.

Finalmente, a la luz de esta reflexión, se proponen cambios en los criterios del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, respecto a la evaluación de proyectos de salmonicultura. Lo anterior, toda vez que existe abundante información científica tanto nacional como internacional de los impactos nocivos de este tipo de acuicultura.

Para desarrollar este tema se abordará primero la enorme literatura científica que da cuenta de los innegables impactos ambientales que ostenta la salmonicultura a nivel mundial y como llega también a afectar la salud humana. Luego, comentaremos la sentencia del Tribunal Ambiental y posteriormente, algunas directrices para mejorar la gestión del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental existente hoy día.

1. IMPACTOS DE LOS DESECHOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y LA SALUD HUMANA

A continuación, sistematizaremos la información relativa a los impactos ambientales derivados de la acuicultura, en torno a tres grandes temáticas. En primer lugar, analizaremos los impactos de la materia orgánica producida por esta actividad, al fondo marino y la columna de agua en general, en donde se sitúan los proyectos. Un segundo criterio de análisis será conformado por el efecto de los compuestos químicos utilizados en distintas fases del sistema productivo, sobre el ambiente. Por último, analizaremos los efectos en la salud humana por la ingesta de salmones controlados con antibióticos.

1.1. Impactos de la materia orgánica sobre el fondo y la columna de agua

El mayor e inmediato impacto ambiental que produce la salmonicultura es a través de la alimentación de los salmones: el alimento no consumido que es altamente proteico y a través de los desechos o heces de los peces (BUSCHMANN, 2001, p. 10).

Los desechos producen alteraciones tanto en la columna de agua como en el fondo blando que esta debajo de las instalaciones de cultivo,

es decir, jaulas que mantienen a los peces confinados (FOLKE y KAUTSKY, 1989, p. 241). Los productos de excreción son dispersados por las corrientes, en tanto los sólidos, como es el alimento no ingerido y las heces, se depositan en el fondo marino y la zona costera aledaña al cultivo (BEVERIDGE, 1996, p. 84). Durante la decantación, las partículas pueden ser consumidas por peces silvestres, descomponiéndolas en unas aún más finas. La actividad microbiana permite que los diferentes nutrientes se solubilizan (PHILLIPS et al., 1985, p. 34). La cantidad y velocidad de descomposición y solubilización depende de factores como la velocidad de corrientes, temperatura del agua y propiedades físico-químicas de las partículas (CARSS, 1990, p. 36).

Está documentado como este fenómeno afecta aumentando la cantidad de nitrógeno y fósforo de los sistemas acuáticos, disminuyendo el oxígeno disponible, generando eutroficación¹, estimulando la aparición de algunos organismos, la ausencia de otros y alterando gravemente los ecosistemas acuáticos (CHO y BUREAU, 1997, p. 158; HALL et al., 1990, p. 64; HOLBY y HALL, 1991, p. 269; MILEWSKI, 2001, p. 171; PETTERSON, 1988, p. 219).

Esta descomposición termina en los elementos moleculares más básicos. Se ha estimado en algunos estudios 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. Estos cambios en la columna de agua incluirían alzas en los niveles de nutrientes; aumento de la materia orgánica disuelta; una reducción de la concentración de oxígeno disuelto; alteración del pH, de los niveles de conductividad y transparencia del agua (BROWN et al., 1987, p. 44; HALL et al., 1992, p. 83; WALLIN y HAKANSON, 1991, p. 50).

Además, se ha correlacionado la abundancia de especies de fitoplancton tóxico con la presencia de sistemas de cultivo. SUAREZ y GUZMÁN

¹ Este fenómeno denominado eutroficación implica cambios biológicos y ecológicos; incrementa la producción primaria, es decir, la cantidad de microalgas; cambios en la composición de las especies de microalgas; *bloom* o sobreproducción de microalgas muy densos y frecuentemente tóxicos; baja o nula concentración de oxígeno; mortalidades masivas en invertebrados y peces y, finalmente, cambios en la estructura de comunidades bentónicas.

informan 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 de donde los peces cultivados no pueden escapar (1988, p. 66).

Se estima que el alimento no consumido por los peces que entran al ambiente marino, varía entre 15 a 20% en los casos que se refiere a alimento seco (BURD, 1997, p. 42). Respecto a las heces, se estima que la producción de 1 kg de salmón del atlántico genera 162 grs. de fecas (BERGHEIM y ÅSGARD, 1996, p. 62).

Por otra parte, la materia orgánica que llega al sedimento se acumula y estimula la producción bacteriana, cambiando su composición química, la estructura y funciones de los mismos (ENELL y LOF, 1985, p. 83; KASPAR et al., 1988, p. 333). Algunos efectos del aumento de la carga de materia orgánica y de los nutrientes en los sedimentos son: disminución de las concentraciones de oxígeno y aumento de la demanda biológica de oxígeno –los sedimentos aumentan su condición anaeróbica y reductora–; se producen alteraciones en los ciclos normales de nutrientes, incrementando el ingreso de nitrógeno (N) y fósforo (P) desde los sedimentos hacia la columna de agua; producción de metano e hidrógeno sulfhídrico en zonas marinas; además de un aumento de los lípidos (HALL et al., 1992, p. 88; HARGRAVE et al., 1993, p. 252; HENDERSON et al., 1997, p. 73; HOLBY y HALL, 1991, p. 266; HOLMER y KRISTENSEN, 1992, p. 197).

Un estudio realizado en Chile mostró que, por cada tonelada de salmón producido, se acumulan 1,4 toneladas de desechos orgánicos, considerando excretas y alimentos no consumidos. De estas, 1,2 toneladas son desechos sólidos, con un contenido de 20,5 kg de fósforo total y 42,6 kg de nitrógeno total (SALAZAR et al., 2005, p. 2).

Habitualmente, la zona que se ve afectada por la actividad acuícola es muy localizada y circunscribe el área de cultivo entre 20 a 50 metros. Pero en algunas ocasiones sus efectos pueden alcanzar hasta 150 metros de las jaulas (BEVERIDGE, 1996, p. 170). El enriquecimiento de los fondos marinos con materia orgánica también puede afectar la abundancia de la meiofauna, por ejemplo, nemátodos y copépodos (BEVERIDGE, 1996, p.

192; SANDULLI y GIUDICI, 1989, p. 225). La sedimentación de materia orgánica, en su impacto más radical, puede generar efectos sobre los propios organismos en cultivo. Se han reportado muertes de peces cultivados, como consecuencia de una inversión de los estratos de agua del fondo con una baja concentración de oxígeno en un lago estratificado y aumentos de mortalidad por la disminución del oxígeno en zonas costeras (LUMB, 1989, p. 377; SANTIAGO, 1995, p. 415).

1.2. Impactos de los compuestos químicos sobre el ambiente

Otro importante grupo de compuestos contaminantes que se utilizan habitualmente en la actividad de la salmonicultura es la producida por los agentes químicos. Elementos utilizados en la protección contra la corrosión de estructuras metálicas –pinturas– y en anti-*fouling* contra organismos incrustantes como piures, choritos y picorocos que aumentan la carga de los sistemas flotante; así como antibióticos, utilizados para tratar enfermedades; pigmentos que son parte del alimento; desinfectantes o pesticidas para tratamiento de ectoparásitos (BUSCHMANN, 2001, p. 17).

Estudios desarrollados en los fiordos y canales del sur de Chile desde 1996, a lo largo de 300 km de costa, sugieren que el impacto de las salmoneras sobre la pérdida de biodiversidad bentónica en un 50% ha sido causado por la deposición de materia orgánica, bajos niveles de oxígeno (SOTO y NORAMBUENA, 2004, p. 497) y, además, por la alta concentración de cobre en los sedimentos (BUSCHMANN, 2002, p. 3).

Dentro de los fármacos utilizados para combatir enfermedades, existen una gran variedad de productos tales como antibióticos, fungicidas y compuestos antiparasitarios. En términos generales, los fármacos son requeridos más en el cultivo de especies marinas que en organismos cultivados en cuerpos de aguas continentales (BEVERIDGE, 1996, p. 181).

Los antibióticos utilizados para el tratamiento de las diversas patologías son suministrados vía oral a través del alimento o como vacunas inyectables. En el primer caso, una parte importante de estos compuestos

termina en el ambiente, gracias al alimento no ingerido y en las fecas, los que pueden ser consumidos por organismos detritívoros o peces silvestres que se alimentan alrededor de los sistemas de cultivo. Los antibióticos solubles se diluyen rápidamente y otros, como la oxitetraciclina, son fotodegradables. También, se ha determinado que diferentes antibióticos pueden permanecer durante varios meses en los sedimentos (COYNE et al., 1994, p. 34; LUNESTAD, 1992, p. 158; SAMUELSEN, 1992, p. 165; WESTON, 1991, p. 545; ; WESTON, 1996, p. 44).

Otros estudios han establecido 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 (LUNESTAD, 1992, p. 155; SAMUELSEN, 1992, p. 164; YNDESTAD, 1992, p. 503).

1.3. Efectos de los antibióticos sobre poblaciones humanas

Chile no ha estado ajeno a los problemas sanitarios de la salmicultura, principalmente el uso intensivo de un amplio espectro de antibióticos en la producción de peces (EL CIUDADANO, 2017). Esta práctica no solo impacta en los peces cultivados, sino que también afecta a especies silvestres que habitan alrededor de las jaulas y a la población humana que, indirectamente a través de los peces, consume estas sustancias.

La existencia de enfermedades bacterianas con implicaciones económicas para la industria acuícola nacional ha demandado el uso de antibióticos en la prevención y tratamiento de estas enfermedades (BRAVO et al., 2005, p. 217; CABELLO, 2004, p. 1003; CABELLO, 2006, p. 1140). Como ha sido demostrado en otros países, este uso excesivo de antibióticos en acuicultura tiene implicaciones negativas para la salud humana y animal (CABELLO, 2004, p. 1002; WOLF, 2004, p. 910), así como para el medio ambiente (CABELLO, 2006, p. 1140; BUSCHMANN et al., 2004, p. 1003; HEKTOEN et al., 1995, p. 180; SAMUELSEN et al., 1992, p. 164). En nuestro país, el uso indiscriminado de antibióticos de forma preventiva ha llevado a la industria a usar 75 veces más antibióticos por kilo de pez producido que en

Noruega u otros países europeos, lo que sugiere que existe una mayor higiene y eficiencia técnica en estos últimos países (CABELLO, 2003).

En Chile, como en otras partes del mundo, los recintos acuícolas y sus jaulas están rodeados de diversos ambientes acuáticos donde habitan y se realiza la pesca artesanal de diferentes mariscos y peces silvestres para el consumo humano (BUSCHMANN et al., 2006 p. 1341). Algunas de estas especies se nutren del alimento no consumido por los peces cultivados y de las heces de estos mismos (COYNE et al., 1997, p. 177; KERRY et al., 1996, p. 37), las cuales se acumulan debajo de las jaulas de manera persistente (COYNE et al., 1997, p. 177; KERRY et al., 1996, p. 36; SOTO y NORAMBUENA, 2004, p. 496).

De esta forma, diferentes especies de peces silvestres pueden ser expuestos de manera involuntaria a los antibióticos potencialmente presentes en el alimento no ingerido y en las heces. Por esta razón, su carne puede estar contaminada con residuos de antibióticos, teniendo entonces estos la posibilidad de pasar al tracto digestivo de sus consumidores humanos (COYNE et al., 1997, p. 178; SAMUELSEN et al., 1992, p. 163).

Especialmente inquietante desde el punto de vista de salud pública aparece la detección de quinolonas en la carne de estos peces. Estos son antibióticos totalmente proscritos en la acuicultura en otros países por su eficacia en medicina humana (WOLF, 2004, p. 911), es decir, por su capacidad de actuar negativamente sobre la resistencia bacteriana de las personas.

Estos hallazgos indican que esta contaminación necesita ser monitoreada temporal y espacialmente por sus implicaciones para la salud humana y animal y por sus efectos medio ambientales, ya que probablemente en varias oportunidades residuos de antibióticos en estos peces pueden superar los niveles máximos permitidos por organismos reguladores nacionales e internacionales (CODEX ALIMENTARIUS, 2006, p. 30; GRAVE et al., 1999, p. 250; SERNAPESCA, 2005, p. 6; WOLF, 2004, p. 910). Lo paradójico es que este uso excesivo de antibióticos tiene también el potencial de dañar la salud económica de la industria por el aumento de la resistencia en bacterias patógenas para peces, por la aparición de nuevos

patógenos para peces en cultivo y por la pérdida de prestigio producida por la presencia de antibióticos residuales en la carne de exportación de peces cultivados (ECOCEANOS, 2006, p. 8.).

2. COMENTARIOS SOBRE LA SENTENCIA CAUSA ROL R-20-2019

El 16 de octubre de 2019, ante el Tercer Tribunal Ambiental, se interpone por parte de las comunidades indígenas ATAP, Kawésqar Grupos Nómades del Mar e Indígena Residente Río Primero, la acción de Reclamación del artículo 17 N.º 8 de la Ley 20.600. En ella se impugna la decisión de la Comisión de Evaluación Ambiental, que rechazó la solicitud de invalidación administrativa presentada contra la resolución de calificación ambiental favorable de la declaración de impacto ambiental del proyecto “Centro de Cultivo de Salmónidos Seno Taraba, Bahía Sin Nombre, Península Benson”, aprobado por la misma Comisión de Evaluación Ambiental.

2.1. Argumentos de los reclamantes y reclamados

En cuanto a los argumentos de fondo, en primer lugar, los reclamantes indicaron que el proyecto no debió ser calificado ambientalmente favorable, porque el titular no aportó los antecedentes para descartar efectos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, tal como lo indica el artículo 11, letra b, de la Ley N.º 19.300. Señalan que el proyecto debió ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), a través de un estudio de impacto ambiental y no por una declaración de impacto ambiental.

Agregaron que habrían existido faltas en la caracterización del área de influencia del proyecto, en especial en lo relativo a la biodiversidad. Así, la declaración no cumpliría con los contenidos mínimos que debe contener, tal como lo dicta el artículo 19 Letra b.1 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. También reprocharon, la modelación realizada durante la evaluación, ya que no se permitió

descartar el impacto a la biodiversidad en el medio marino, porque sus resultados fueron interpretados con base solo en literatura científica.

Otro argumento esgrimido por los reclamantes fue que el proyecto no consideró la alteración significativa a los sistemas de vida de comunidades Kawésqar. Lo anterior es una causal de ingreso a evaluación ambiental por medio de un estudio, según lo dispuesto por el artículo 11 letra c) de la Ley N.º 19.300. En ese sentido, expresaron que la resolución reclamada determinó que sus alegaciones eran genéricas, que el proyecto no restringe el acceso a puntos de extracción y buceo, no obstruye el paso de embarcaciones, ni se registró el uso ancestral, costumbres ni sitios con valor cultural dentro del área de influencia del proyecto.

Los reclamantes sostuvieron que existe prueba del uso ancestral del Seno Taraba por los Kawésqar. Este pueblo nómada considera como su territorio y maritorio desde el golfo de Penas hasta la península Brecknock, dentro del cual el seno Taraba tiene gran importancia y por eso se incorporó en una solicitud de Espacio Costero Marino de Pueblos Originarios. Dicha importancia se sostiene en la carga espiritual e histórica del lugar, que además es un área de pesca de centolla, róbalo, peje-reyes, pulpo y congrio, y donde hay sitios de importancia arqueológica inconmensurable en toda la costa, con restos de actividad de canoeros como conchales, sitios funerarios, pinturas rupestres, corrales de pesca, entre otros.

En ese sentido, sostuvieron que la solicitud de Espacio Costero Marino de Pueblos Originarios demuestra que es un territorio ancestral. Además, habría sido reconocido en el marco de la consulta indígena para la creación del Parque Nacional Kawésqar, donde se indicó que la propia consulta obedeció a que este se emplaza en un territorio que tiene significancia cultural y simbólica para el pueblo Kawésqar, toda vez que corresponde a zonas de navegación ocupadas ancestralmente por este pueblo y que circundan el área de protección.

Por último, fue considerada la opinión de la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI) que sitúa a las comunidades como asentadas en tierra, ignorando –según los reclamantes– su condición

especial de pueblo nómada del mar, lo cual viola el Convenio N.º 169 de la Organización Internacional del Trabajo. Esta interpretación incluso condujo a la omisión de las reuniones establecidas en el artículo 86 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental², que podrían haber evidenciado el impacto significativo en los sistemas de vida y las costumbres de las comunidades. En consecuencia, concluyeron que el Proyecto debería haber sido sometido a un estudio de impacto ambiental y, además, se debería haber llevado a cabo una consulta indígena.

En definitiva, postularon que la declaración no tiene la capacidad de evaluar adecuadamente los impactos significativos descritos en el proyecto. La falta de adecuación de una declaración tiene fundamento toda vez que no proporciona antecedentes para la predicción, identificación e interpretación de los impactos del proyecto, ni tampoco describe las acciones que ejecutará para impedir o minimizar sus efectos significativamente adversos, de modo que no se asocian a ello medidas de mitigación, reparación o compensación necesarias, por lo tanto, el proyecto fue indebidamente autorizado.

Considerando lo anterior, solicitaron que el Tercer Tribunal Ambiental declarara la ilegalidad de la resolución reclamada y ordene la invalidación de la Resolución de Calificación Ambiental favorable al proyecto.

Por su parte, la empresa salmonera sostuvo que la reclamación judicial fue interpuesta fuera de plazo. Indicó que el área de influencia del proyecto se determinó correctamente, y que, en base al área de dispersión de las emisiones y residuos, se estableció que estas no alcanzan el

² Artículo 86.- Reunión con grupos humanos pertenecientes a pueblos indígenas. Cuando el proyecto o actividad sometido a evaluación mediante una Declaración de Impacto Ambiental, se emplace en tierras indígenas, áreas de desarrollo indígena o en las cercanías a grupos humanos pertenecientes a pueblos indígenas, el director regional o el director ejecutivo del Servicio realizará reuniones con aquellos grupos humanos localizados en el área en que se desarrollará el proyecto o actividad, por un periodo no superior a veinte días, con el objeto de recoger sus opiniones, analizarlas y, si corresponde, determinar la procedencia de la aplicación del artículo 48 del presente Reglamento. El Servicio generará un acta de cada una de las reuniones en donde se recogerán las opiniones de los referidos grupos.

borde costero, por lo que se descartó afectación a la biodiversidad que se pueda encontrar en la orilla de playa y borde costero. Todo lo anterior zen base a la correcta modelación en DEPOMOD y la comparación de sus resultados con el índice de impacto definido por FINDLAY y WATLING (1997), de balance entre demanda y disponibilidad de oxígeno.

Además, el Tribunal tuvo a la vista que se solicitó información adicional sobre la biodiversidad marina en el Informe Consolidado de Aclaraciones, Rectificaciones o Ampliaciones, lo que llevó a que Sernapesca emitiera un pronunciamiento favorable. Según la descripción del proyecto, este se encontraría en una zona con una profundidad de hasta 150 metros, por lo tanto, no afectaría a las macroalgas pardas que se encuentran a profundidades de hasta 30 metros. Además, el proyecto no contará con instalaciones en tierra y no utilizará la franja de borde costero asociada al cordón de *Macrocystis*³. El tribunal también hizo hincapié en que no es suficiente con la mera ubicación del proyecto cerca de un área protegida para que sea necesario someterlo a un estudio de impacto ambiental, y que la zonificación del borde costero de la zona permite actividades relacionadas con la acuicultura.

Finalmente, la Comisión de Evaluación Ambiental manifestó que no existiría afectación al pueblo Kawésqar y que los usos culturales y restos arqueológicos de dicho pueblo no fueron precisados en su ubicación, como también descarta actividades económicas como de orden cultural que pudiera verse afectada en el lugar de emplazamiento del proyecto.

2.2. El fallo

El Tribunal determinó que existen deficiencias en el análisis de los efectos adversos sobre los recursos naturales con relación a la biota marina en el área de influencia del proyecto. Específicamente, determinó que no se proporcionaron suficientes y adecuados elementos de evaluación sobre los organismos presentes en la columna de agua⁴.

³ Se denomina “cordón de *Macrocystis*” a la distribución espacial que ostenta este tipo de algas en la zona costera.

⁴ El considerando sexagésimo cuarto de la sentencia señala explícitamente que: “De esta

Esta falta de información se evidenció a través de la observación realizada por Sernapesca, la cual destacó la necesidad de realizar un diagnóstico de la biodiversidad en el área de influencia del proyecto. Sin embargo, esta observación no fue abordada de la misma manera en el Informe Consolidado de Solicitudes de Aclaraciones, Rectificaciones o Ampliaciones. El informe se limitó únicamente a los impactos de ruido generado por la operación y tránsito de embarcaciones, sin abordar la solicitud de recopilación de información adicional requerida por el servicio. Esta restricción impidió una evaluación completa de los efectos sobre la biodiversidad marina en el área afectada por el proyecto.

Además, el Tribunal determinó que la información aportada durante la evaluación no permite descartar los efectos adversos sobre los recursos naturales renovables. Por tanto, toda la información recolectada sobre biodiversidad acuática –a excepción de las aves y mamíferos marinos– correspondió a organismos detectados fuera del área de influencia del proyecto, y no dentro de esta.

Respecto de la delimitación de área de influencia en base a la dispersión de biosólidos mediante el modelo DEPOMOD, el Tribunal advierte una serie de inconsistencias, por lo que descarta las afirmaciones de la reclamada, en torno a la suficiencia de las herramientas para determinar el área de influencia y para descartar efectos adversos se ven cuestionadas. Primero, porque se detectó que el modelo presenta restricciones para el tamaño real del *pellet* a entregar en el centro de cultivo. Consta en el expediente, en su foja 601, que más del 60% del alimento a suministrar es de un calibre mayor a los 10 mm, que es el límite del *software* de modelación. Segundo, respecto a la estimación del consumo de oxígeno se habría sobreestimado la concentración de oxígeno epibentónico disponible, ya que las condiciones en la zona de emplazamiento del proyecto difieren considerablemente de aquellas usadas en el citado modelo.

forma, se verifica que, tal como postularon los Reclamantes, el levantamiento de datos para descartar los efectos adversos significativos sobre los recursos naturales, particularmente sobre la biota marina presente en la columna de agua, en el área de influencia del proyecto, es insuficiente”.

En cuanto a los impactos sobre áreas protegidas, el Tribunal puntualizó que el Parque Nacional Kawésqar fue declarado después de la calificación ambiental favorable del proyecto, por lo que no resulta exigible una evaluación sobre un área protegida no decretada oficialmente como tal. Respecto a la Reserva Forestal Alacalufes, su objeto de protección no es el hábitat marino.

Por otro lado, a pesar de que los reclamantes no plantearon preocupaciones específicas sobre posibles impactos en el valor paisajístico, el tribunal expresó inquietudes al respecto. Se determinó que la evaluación del proyecto abordó de manera restrictiva el área de influencia y justificó de manera insuficiente por qué los efectos visuales se limitaron únicamente al espacio marítimo. No se presentaron argumentos suficientes para descartar por qué los efectos visuales no se aprecian únicamente desde el agua, a diferencia de los efectos de los contaminantes generados por el proyecto.

En relación con la posible afectación a las comunidades Kawésqar, el Tribunal determinó que no se pudo demostrar de qué manera podrían verse afectadas. Los antecedentes presentados no se limitaban de manera específica al espacio marítimo donde se ubicaría el proyecto, sino que abarcaban un área geográfica mucho más amplia. El mismo razonamiento se aplicó a la solicitud de Espacio Costero Marino Protegido. Durante la evaluación, no se proporcionaron antecedentes concretos sobre cómo se vería afectada la vida, las creencias, las instituciones o el bienestar espiritual de las comunidades, por lo tanto, no procede llevar a cabo un proceso de consulta indígena.

En cuanto a las reuniones con grupos humanos pertenecientes a los pueblos originarios según lo establecido en el artículo 86 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, el Tribunal consideró que durante la evaluación no hubo evidencia de actividad o uso concreto y efectivo por parte de las comunidades reclamantes. Por lo tanto, no se cumplió el requisito de demostrar que estas comunidades se encuentran en las cercanías del proyecto, lo cual es necesario para su realización.

En definitiva, el Tribunal acoge la reclamación, en cuanto determinó que la información esencial aportada por la reclamada, para establecer la inexistencia de los efectos adversos a recursos naturales renovables a que se refiere la letra b) del art. 11 de la Ley N.º 19.300 eran insuficientes. Dicha información no consideró elementos adecuados con relación a la biota marina en el área de influencia del proyecto, particularmente sobre los organismos presentes en la columna de agua.

En consecuencia, se la deja sin efecto y se invalida la Resolución Exenta N.º 127, de 17 de octubre de 2019, que calificó favorablemente el proyecto. Contra la sentencia definitiva se dedujeron recursos de casación en la forma y en el fondo, en donde los primeros se declararon inadmisibles y los segundos son rechazados por la Corte Suprema en sentencia de fecha 14 de julio de 2021, en la causa Rol N.º 14075-2021.

2.3. Comentario

La sentencia analizada determinó en su considerando centésimo octavo, que la reclamación se acoge debido a la falta de información esencial para determinar la inexistencia de los efectos mencionados en el artículo 11, letra b) de la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente. En consecuencia, se establece que el proyecto debería haber sido sometido al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental a través de un estudio de impacto ambiental. Esto en función que el proyecto presenta efectos, características y circunstancias descritas en dicho artículo, específicamente efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluyendo el suelo, agua y aire.

Ahora bien, ¿de qué forma la actividad de este proyecto podría haber afectado a los recursos naturales renovables del área de influencia? Para ello, es pertinente saber qué entiende la ley por efecto adverso significativo sobre recursos renovables, y es el artículo 6 inciso segundo del Reglamento del que se encarga de ello, definiendo este como:

“aquel proyecto que genera un efecto adverso significativo sobre la cantidad y calidad de los recursos renovables, incluidos el suelo, agua y aire si, como consecuencia de la extracción de estos recursos; el em-

plazamiento de sus partes, obras o acciones; o sus emisiones, efluentes o residuos, se afecta la permanencia del recurso, asociada a su disponibilidad, utilización y aprovechamiento racional futuro; se altera la capacidad de regeneración o renovación del recurso; o bien, se alteran las condiciones que hacen posible la presencia y desarrollo de las especies y ecosistemas. Deberá ponerse especial énfasis en aquellos recursos propios del país que sean escasos, únicos o representativos”.

Observando la definición anterior, podrían darse varias de las acciones descritas en el caso en comento. Ejemplo de ello sería la generación de residuos que afectan la preservación del recurso, la perturbación de la capacidad de regeneración o renovación de los recursos en el área de influencia, así como la modificación de las condiciones que permiten la existencia y desarrollo de las especies y ecosistemas.

A juicio de este autor, el Tribunal actuó de manera prudente en la resolución del fallo. Lo anterior, toda vez que constata la falta de antecedentes necesarios para descartar los efectos significativos sobre los recursos naturales renovables, específicamente en lo que respecta a la biota marina presente en la columna de agua.

Además, es importante destacar que la información recopilada sobre la biota marina fue obtenida fuera del área de influencia del proyecto, sin que se proporcionaran justificaciones suficientes para diagnosticar un ecosistema que no sería afectado por el proyecto. En consecuencia, tanto en el proceso de evaluación ambiental como en el proceso de invalidación, la entidad reclamada tomó decisiones basadas en información sobre la biodiversidad que no se correspondería con la biota presente en el área de influencia⁵.

⁵ El fallo señala expresamente: “SEXAGÉSIMO CUARTO. De esta forma, se verifica que, tal como postularon los Reclamantes, el levantamiento de datos para descartar los efectos adversos significativos sobre los recursos naturales, particularmente sobre la biota marina presente en la columna de agua, en el área de influencia del proyecto, es insuficiente. Esto debido, en primer lugar, a que el SEA no requirió al titular la totalidad de la información solicitada por Sernapesca, quien manifestó la necesidad de evaluar impactos sobre la biota derivados de la descarga de contaminantes (fecas y alimento no consumido) en el fondo marino y su disolución en la columna de agua. En segundo lugar, la información levantada sobre la biota marina se realizó fuera del área de influencia del

En este fallo, se evidencia la aplicación del principio preventivo, ya que el Tribunal reconoció la falta de antecedentes y la información errónea proporcionada por el proponente del proyecto. Específicamente, se constató que el levantamiento de información sobre la biota marina se realizó fuera del área de influencia del proyecto, lo que resultó insuficiente para descartar adecuadamente los posibles efectos adversos sobre dicha biota en el área afectada.

El Tribunal pudo advertir la posibilidad de un daño ambiental debido a un cierto grado de incertidumbre, lo cual fue determinante para acoger la reclamación presentada. Además, se subraya la naturaleza preventiva del procedimiento de evaluación ambiental, en el que las decisiones de la autoridad competente deben basarse en un análisis, predicción y evaluación exhaustivos de los impactos ambientales del proyecto (COSTA, 2013, p. 203). Sin embargo, en el caso presente, dicho nivel de certeza no se cumplió en la evaluación ambiental realizada.

CONCLUSIONES

Los cultivos suspendidos que utiliza la salmonicultura tienen variados impactos sobre el medio ambiente, algunos más evidentes que otros, pero demostradamente complejos e impredecibles en el tiempo. En Chile, la salmonicultura ha demostrado que cuando se rompen los equilibrios ambientales, desconociendo la capacidad de carga de estos, inevitablemente se produce una sinergia negativa que finalmente truncan las legítimas ambiciones productivas.

Existe la equivocada creencia que los cultivos de salmones, tanto de pre-engorda en agua dulce –en lagos– y como de engorda –en mar–, solo

proyecto, sin que existiera fundamentación alguna respecto a las razones para diagnosticar un ecosistema que no sería impactado por el Proyecto. En consecuencia, durante el procedimiento de evaluación ambiental y también durante el procedimiento de invalidación, la Reclamada decidió en base a información sobre la biodiversidad que no correspondería a la biota presente en el área de influencia. Esta conclusión no se ve afectada por lo planteado en autos por el Tercero coadyuvante. Consecuentemente, el Tribunal acogerá la reclamación en este aspecto”.

impactan el entorno más inmediato de las jaulas de cultivo, es decir, la columna de agua y el fondo o sustrato. Muy por el contrario, los estudios científicos expuestos en este trabajo demuestran que estos cultivos se insertan en un sistema biológico y oceanográfico muy dinámico y complejo. Existen variadas relaciones ecológicas y tróficas, que son afectadas directa e indirectamente por las perturbaciones que producen este tipo de cultivos, generando impactos mucho más allá del entorno inmediato y, frecuentemente, después de varios ciclos productivos.

Son tan complejos los efectos adversos para el medio ambiente, que una buena práctica para la industria salmonera sería contratar un profesional –biólogo marino o ingeniero en Medio Ambiente– en cada empresa, encargado de monitorear y determinar posibles impactos de su actividad sobre el ambiente a lo largo de toda la vida productiva del sitio o proyecto.

Lo anterior debiese llevarnos a repensar la política ambiental respecto a los criterios de entrada que buscan ponderar ambientalmente un proyecto, toda vez que la experiencia de esta industria ha presentado resultados penosamente adversos con los ecosistemas. Específicamente, se plantea que los proyectos de engorda de salmones en sistemas de jaulas debieran ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental por medio de un estudio de impacto ambiental, y no por declaración, como usualmente se estila. Además, se requiere que la meta de producción máxima en biomasa de salmón para un determinado proyecto sea condicionada a un sistema de escalamiento en el tiempo, de tal forma, que permita conocer la respuesta ambiental evitando llegar a problemas de sobrecarga de los ecosistemas.

Como se ha demostrado, existe una importante cantidad de información que acredita los impactos ambientales que generan los desechos de los salmones que pasan directamente al medio acuático, sin que antes haya un tratamiento de estos contaminantes. Existe entonces, un estándar menos severo por parte de la normativa ambiental, toda vez que los proyectos acuícolas emplazados en tierra están obligados a instalar complejos sistemas de tratamientos de las aguas que retornan al mar

después de pasar por los sistemas de cultivo. Otras especies que se cultivan en Chile en sistemas suspendidos emplazados directamente en el mar son el ostión del norte y el chorito. Sin embargo, a diferencia de los salmones, estos son organismos filtradores que no requieren ser alimentados con dietas artificiales.

Por otra parte, es importante destacar que este proyecto acuícola estaba inicialmente aprobado por la institucionalidad ambiental, utilizando un modelo teórico denominado DEPOMOD. Dicho método tiene muchas limitaciones para su aplicación, en la predicción de los impactos ambientales en una actividad acuícola evidentemente peligrosa para el medioambiente (IFOP, 2013, p. 96). Si bien existen modelos teóricos que pueden ser útiles para evaluar en forma preliminar los efectos sobre los sedimentos, estos deben ser validados con datos locales para evitar subestimar el impacto.

El fallo emitido fue claro y contundente, demostrando la aplicación plena del principio preventivo. El Tribunal fue consciente de la falta de antecedentes presentados por el proponente del proyecto, lo cual resultó insuficiente para descartar adecuadamente los efectos adversos sobre la biota marina en el área de influencia del proyecto. A través de su análisis, el tribunal pudo advertir la posibilidad de un daño ambiental potencial.

En definitiva, el fallo destaca la importancia de implementar medidas preventivas para evitar impactos negativos en el medio ambiente. El Tribunal reconoció la necesidad de contar con información suficiente y adecuada antes de tomar decisiones que puedan afectar la biota marina y el ecosistema en general. En este sentido, es crucial disponer de información científica tanto a nivel nacional como internacional sobre los impactos adversos de la salmonicultura en el medio ambiente. Además, es necesario contar con sistemas de modelación o predictibilidad que sean apropiados para la realidad de los ecosistemas de nuestro país.

BIBLIOGRAFÍA

- BERGHEIM, A. y ÅSGÅRD, T. (1996): "Waste Production from Aquaculture", en BAIRD, D.J., BEVERIDGE, M.C.M., KELLY, L.A. y MUIR, J.F. (eds.), *Aquaculture and Water Resource Management* (pp. 50-80). (UK: Blackwell Science).
- BEVERIDGE, Malcolm (1996): *Cage Aquaculture*. (Oxford: Fishing News Book, Second Edition).
- BRAVO, S., DOLZ, H., SILVA, M.T., LAGOS, C., MILLANAO, A. y URBINA, M. (2005): *Informe Final. Diagnóstico del uso de fármacos y otros productos químicos en la acuicultura*. Universidad Austral de Chile. Facultad de Pesquerías y Oceanografía, Instituto de Acuicultura.
- BROWN, J.R., GOWEN, R.J. y MCLUSKY, D.S. (1987): "The effect of salmon farming on the benthos of a Scottish sea loch", en *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, vol. 109, pp. 39-51.
- BURD, B. (1997): *Salmon Aquaculture Review Interim Draft Report*. Key Issue C: Waste Discharges. B.C. Environmental Assessment Office.
- BUSCHMANN, A. (2001): *Impacto ambiental de la acuicultura. El estado de la investigación en Chile y el mundo*. (Santiago: Terram Publicaciones).
- (2002): *Impacto Ambiental de la Salmonicultura en Chile: la Situación en la X región de Los Lagos*. (Santiago: Terram Publicaciones).
- BUSCHMANN, A. y FORTT, A. (2005): "Efectos ambientales de la acuicultura intensiva y alternativas para un desarrollo sustentable", en *Ambiente y Desarrollo*, N°21, vol. 3, pp. 58-64.
- BUSCHMANN, A. H., RIQUELME, V. A., HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, M. C., VARELA, D., JIMÉNEZ, J. E., HENRÍQUEZ, L.A., VERGARA, P.A., GUÍÑEZ, R. y CABELLO, F.C. (2004): "Antibióticos y acuicultura en Chile: consecuencias para la salud humana y animal", en *Revista Médica de Chile*, vol.132, N°8, pp. 1001-1006.
- BUSCHMANN, A., RIQUELME, V., HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, M., VARELA, D., JIMÉNEZ, J., HENRÍQUEZ, L., et al. (2006): "A review of the impacts of salmonid farming on marine coastal ecosystems in the southeast Pacific", en *ICES Journal of Marine Science* vol. 63, pp. 1338-1345
- CABELLO, F. (2003): "Antibióticos y acuicultura. Un análisis de sus potenciales impactos para el medio ambiente, salud humana y animal en Chile", en *Análisis de Políticas Públicas*, Serie APP 17.
- (2004): "Antibiotics and aquaculture in Chile: implications for human and animal health", en *Rev Med Chil* vol. 132, pp. 1001- 1006.
- (2006): "Heavy use of prophylactic antibiotics in aquaculture: a growing problem for human and animal health and for the environment", en *Environment. Microbiol.*, vol. 8, N°7, pp. 1137-1144
- CARSS, D.N. (1990): "Concentrations of wild and escaped fishes immediately adjacent to fish farm cages". *Aquaculture* vol. 90, pp. 29-40.

- CHO, C.Y. y BUREAU, D.P. (1997): "Reduction of waste output from salmonid aquaculture through feeds and feeding", en *The Progressive Fish-Culturist* vol. 59, pp. 155-160.
- CODEX ALIMENTARIUS (2006): Alimentos Producidos Orgánicamente. Disponible en: http://www.codexalimentariusnet./mrsl/vetdrugs/jsp/vetd_q-e.jsp
- COSTA, E. (2013): "La prevención como principio del sistema de evaluación de impacto ambiental en Chile", en *Revista Justicia Ambiental*, N°5.
- COYNE, R., HINEY, M., O'CONNOR, B., KERRY, J., CAZABON, D. y SMITH, P. (1994): "Concentration and persistence of oxytetracycline in sediments under a marine salmon farm", en *Aquaculture* vol. 123, pp. 31-42.
- COYNE, R., HINEY, M. y SMITH, P. (1997): "Transient presence of oxytetracycline in blue mussels (*Mytilus edulis*) following its therapeutic use at a marine Atlantic salmon farm", en *Aquaculture* vol. 149, pp. 175-181.
- ECOCEANOS (2006): "Detectan residuos de antibióticos en envío de salmón chileno a Estados Unidos". Disponible en: <http://www.ecoceanos.cl>
- EL CIUDADANO (2017): "Salmoneras chilenas en riesgo por excesivo uso de antibióticos", en *El Ciudadano*. Disponible en: <https://www.elciudadano.com/medio-ambiente/salmoneras-chilenas-en-riesgo-por-excesivo-uso-de-antibioticos/01/13/>
- ENELL, M. y LOF, J. (1985): "Changes in sediment phosphorus, iron and manganese dynamics caused by fish farming impact", en GULDERBRANDSEN y SAMIN (eds.), *11th Nordic Symposium on Sediments* (pp. 80-89).
- FOLKE, C. y KAUTSKY, N. (1989). "The role of ecosystems for a sustainable development of aquaculture", en *Ambio* vol. 18, pp. 234-243.
- FOLKE, C., KAUTSKY, N., BERG, H., JANSSON, Å. y TROELL, M. (1998): "The ecological footprint concept for sustainable seafood production: a review", en *Ecological Applications*, vol. 8, pp. 563-571.
- GRAVE, K., LINGAAS, E., BANGEN, M. y RONNING, M. (1999): "Surveillance of the overall consumption of antibacterial drugs in humans, domestic animals and farmed fish in Norway in 1992 and 1996", en *Antimicrob Chemother* vol. 43, pp. 243-252
- HALL, P.O.J., ANDERSON, L.G., HOLBY, O., KOLLBERG, S. y SAMUELSSON, M.-O. (1990): "Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. I. Carbon", en *Marine Ecology Progress Series* vol. 61, pp. 61-73.
- HALL, P.O.J., HOLBY, O., KOLLBERG, S. y SAMUELSSON, M.-O. (1992): "Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. IV", en *Nitrogen. Marine Ecology Progress Series* vol. 89, pp. 81-91.
- HARGRAVE, B.T., DUPLISEA, D.E., PFEIFFER, E., y WILDISH, D. (1993): "Seasonal changes in benthic fluxes of dissolved oxygen and ammonium associated with marine cultured Atlantic salmon", en *Marine Ecology Progress Series* vol. 96, pp. 249-257.

- HEKTOEN, H., BERGE, J.A., HORMAZÁBAL, V. y YNDESTAD, M. (1995): "Persistence of antibacterial agents in marine sediments", en *Aquaculture* vol. 133, pp. 175-184.
- HENDERSON, R.J., FORREST, D.A.M., BLACK, K.D. y PARK, M.T. (1997): "The lipid composition of sea loch sediments underlying salmon cages", en *Aquaculture* vol. 158, pp. 69-83.
- HOLBY, O. y HALL, P.O.J. (1991): "Chemical fluxes and mass balance in a marine fish cage farm. II. Phosphorus", en *Marine Ecology Progress Series* vol. 70, pp. 263-272.
- HOLMER, M. y KRISTENSEN, E. (1992): "Impact of marine fish cage farming on metabolism and sulfate reduction of underlying sediments", en *Marine Ecology Progress Series* vol. 80, pp. 191-201.
- INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO (IFOP) (2013): *Informe Final: Experiencia internacional en el uso del DEPOMOD para Acuicultura*.
- KASPAR, H.F., HALL, G. y HOLLAND, A.J. (1988): "Effects of sea cage salmon farming on sediment nitrification and dissimilatory nitrate reductions", en *Aquaculture* vol. 70, pp. 333-344.
- KERRY, J., COYNE, R., GILORY, D., HINEY, M. y SMITH, P. (1996): "Spatial distribution of oxytetracycline and elevated frequencies of oxytetracycline resistance in sediments beneath a marine salmon farm following oxytetracycline therapy", en *Aquaculture* vol. 145, pp. 31-39.
- LUMB, C.M. (1989): "Self-pollution by Scottish salmon farms?", en *Marine Pollution Bulletin* vol. 20, pp. 375-379.
- LUNESTAD, B.T. (1992): "Fate and effects of antibacterial agents in aquatic environments". EN MICHEL y ALDERMAN (eds.), *Problems of Chemotherapy in Aquaculture: From Theory to Reality* (pp. 152-161). (París: Office International de Epizooties).
- MILEWSKI, I. (2001): "Impacts of salmon aquaculture on the coastal environment: a review". EN TLUSTY, M. F., BENGSTON, D. A., HALVORSON, H. O., OKTAY, S. D., PEARCE, J. B., y RHEAULT JR., R. B. (eds.), *Marine Aquaculture and the Environment: A Meeting for Stakeholders in the Northeast. Cape Cod Press, Falmouth, Massachusetts* (pp. 166-197). Disponible en: <http://bcn.cl/2dbwq>
- PETTERSON, K. (1988): "The mobility of phosphorus in fishfood and fecals", en *Verhandlungen nternationale Vereinigung für Theoretish und Angewandte Limnologie* vol. 23, pp. 200-226.
- PHILLIPS, M.J., BEVERIDGE, M.C.M. y MUIR, J.F. (1985): "Waste output and environmental effects of rainbow trout cage culture", en *Proceedings of the ICES* vol. 21.
- SALAZAR S., FRANCISCO, ALFARO V., MARTA, TEUBER K., NOLBERTO y SALDAÑA P., RODOLFO (2005): "Uso de lodos de la industria salmonera en suelos agrícolas", en *Tierra Adentro* N° 60. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6142>
- SAMUELSEN, O.B. (1992): "The fate of antibiotics/chemotherapeutics in marine aqua-

- culture sediments”. En MICHEL y ALDERMAN (eds.), *Problems of Chemotherapy in Aquaculture: From Theory to Reality* (pp. 162-173). (París: Office International de Epizooties).
- SAMUELSEN, O.B., LUNESTAD, B.T., HUSEVAG, B., HOLLELAND, T. y ERVIK, A. (1992): “Residues of oxolinic acid in wild fauna following medication in fish farms”, en *Dis Aquat Org.* vol. 12, pp. 111-119.
- SANDULLI, R. y GIUDICI, M.N. (1989): “Effects of organic enrichment on meiofauna: a laboratory study”, en *Marine Pollution Bulletin* vol. 20, pp. 223-227.
- SANTIAGO, A. (1995): “The ecological impact of tilapia cageaquaculture in Sampaloc lake, Phillipines”, en *Proceeding of the Third Asian Fisheries Symposium*, pp. 414-417.
- SERVICIO NACIONAL DE PESCA (2005): “Requisitos generales para la certificación sanitaria de los productos pesqueros de exportación”. *Norma Técnica sección 1*. Mayo. Santiago. Chile.
- SOTO, D. y NORAMBUENA, F. (2004): “Evaluation of salmon farming effects on marine systems in the inner seas of southern Chile: a large-scale mensurative experiment”. *Journal of Applied Ichthyology* vol. 20, pp. 493-501.
- SUAREZ, B. y GUZMÁN, L. (1998): *Mareas Rojas y Toxinas Marinas*. (Santiago: Editorial Universitaria).
- WALLIN, M. y HÅKANSON, L. (1991): “Nutrient loading models for estimating the environmental effects of marine fish farm”, en *Marine Aquaculture and Environment, Nordic Council of Ministers, Copenhagen*, pp. 39-55.
- WESTON, D.P. (1991): “The effects of aquaculture on indigenous biota”, en BRUNE y TOMASSO (eds.), *Aquaculture 3, World Aquaculture Society, Baton Rouge* (pp. 534-567).
- (1996): “Environmental considerations in the use of antibacterial drugs in aquaculture”, en BAIRD, BEVERIDGE, KELLY y MUIR (eds.), *Aquaculture and Water Resources Management*. (Oxford: Blackwell).
- YNDESTAD, M. (1992): “Public health aspects of residues in animal products: fundamental considerations”, en MICHEL y ALDERMAN (eds.), *Problems of Chemotherapy in Aquaculture: From Theory to Reality* (pp. 494-511). (París: Office International de Epizooties).