

Impacto ambiental de Salmonicultura en dos aspectos:

Sombra bajo las aguas y los salmones escapados

Autor

Leonardo Arancibia Jeraldo
Email: larancibia@bcn.cl
Tel.: (56) 32 226 3197

Coautor

Enrique Vivanco Font
Email: evivanco@bcn.cl
Tel.: (56) 32 226 3195

Comisión

Documento actualizado a
marzo de 2020

Nº SUP: 124020

Resumen

El presente documento se enfoca en entregar la información disponible sobre el eventual impacto al medio ambiental generado por la sombra bajo las aguas de los cultivos de salmónidos y sus escapes desde centros de cultivos.

La salmonicultura (como toda actividad) genera externalidades negativas, que junto a la presión ambiental que se le da al borde costero ha generado, problemas en las condiciones ambientales.

El cultivo de salmones se realiza casi exclusivamente dentro de jaulas marinas, y se han atribuido varios impactos ambientales a esta forma de acuicultura entre los que se Incluyen: alteración de ambientes bentónicos debajo de las balsas jaulas (heces y alimento no consumido); la posible amplificación y propagación de enfermedades y parásitos a las poblaciones de peces silvestres; los posibles impactos ecológicos y genéticos del salmón escapado, particularmente entre las poblaciones vulnerables de especies silvestres específicas, la liberación de agentes quimioterapéuticos y otros productos químicos en las aguas costeras (antibióticos) limitando la capacidad productiva de esas zonas.

De acuerdo a Sandoval-Estrada (2010), en Chile la generación de lodos llega a 1.4 t por cada tonelada de salmón producido, constituidos principalmente por desechos orgánicos, (excretas y alimento no consumido) los que tal como se ha señalado, se acumulan en los fondos marinos o lacustres, representando una amenaza a la eficiencia productiva de la salmonicultura y una contaminación potencial para el medio acuático (Salazar y Saldaña, 2007).

Así, la huella deposicional de una balsa jaula de peces se extiende de decenas a cientos de metros desde las jaulas. Los efectos tienden a ser más evidentes directamente debajo de las jaulas de cultivo, y exhiben un fuerte gradiente de efecto decreciente con el aumento de la distancia, que es consistente con otros gradientes de enriquecimiento orgánico

Por otro lado, la acuicultura, tanto en agua dulce como en sistemas marinos, registra habitualmente escapes al ambiente. Los escapes son considerados uno de los mayores problemas, tanto para las empresas, por sus pérdidas económicas, como para el ecosistema marino. Respecto a los escapes, la literatura dice, que por cada evento de escape las diversas circunstancias que lo rodearon lo hacen único. Por ejemplo, factores como el perfil costero, distancia a costa, profundidad y tipo de fondo, meteorología, talla y número. Dentro de lo observado: es común la

presencia de los peces escapados en los días posteriores alrededor de la instalación, generalmente hasta 48 horas; competencia por el alimento con especies nativas o pasar a convertirse en presa de depredadores a los que pueden transmitir parásitos y enfermedades.

En Chile, algunos autores califican como el mayor peligro la naturalización de peces escapados, y que especies exóticas desplacen la ictiofauna nativa. Algunos estudios señalan que el salmón del Atlántico tiende a mantenerse cercano, los primeros días, a los centros de cultivo alimentándose de los pellets que caen bajo las jaulas. Sin embargo, en base a observaciones se advierte la importancia de monitorear el escape de salmón Atlántico, considerando que hay evidencia de que podría estar constituyendo poblaciones autosustentables en la naturaleza. Otras investigaciones muestran que el salmón coho capturaba pequeños peces de cardúmenes, y la trucha arcoíris se alimentó de crustáceos. Concluyendo, el salmón coho podría competir con la merluza de cola y jurel. Además, el salmón coho tendría mayores probabilidades de éxito en vida libre. Otros informes identifican a la trucha arcoíris con el mayor impacto sobre los crustáceos plantónicos e indirectamente sobre el bentos por el alto consumo de las larvas de decápodos. Se apunta que las truchas fugadas de centros marinos son depredadoras activas sobre el puye chico y juveniles de róbalo.

En general, se destaca el bajo número de investigaciones sobre el tema realizados en Chile.

En relación con los escapes, la información entregada por Sernapesca señala que entre 2010 y 2018 ocurrieron entre 2010 y 2018 se produjeron 87 eventos de escape de salmónes. Los años con mayores números de escapes fueron 2013-2014 y la Región con mayor número de eventos fue Los Lagos. En término del número de ejemplares escapados en este período la Región de Aysén es la que predomina, pese a que tiene casi la mitad de estos eventos en comparación con las otras regiones.

Introducción

Este documento se enfoca en entregar la información disponible sobre el eventual impacto al medio ambiental generado por la sombra bajo las aguas de los cultivos de salmónidos y sus escapes desde centros de cultivos.

En relación con el presente trabajo, para precisar los focos y de acuerdo a la literatura disponible, se acotarán los impactos ambientales producto de la salmonicultura al efecto del vertido de material (orgánico e inorgánico) y los escapes de salmónidos en cultivo. Se reconoce que existe muchos otros elementos pero están en evaluación actualmente (ej: WWF-INCAR, 2020)¹.

¹ En la Propuesta de indicadores ecosistémicos para el desempeño ambiental de la salmonicultura se da cuenta que: ...“con muy escasas excepciones, se ha evaluado el impacto sobre la productividad de los ecosistemas, la biodiversidad general o los servicios ecosistémicos (¿han disminuido?, ¿han aumentado?, ¿han cambiado?, ¿dónde?). Por ejemplo, no tenemos suficiente información para demostrar científicamente si el cultivo de salmónes ha tenido o no un impacto sobre poblaciones de especies objetivo de la pesca artesanal o sobre la producción de mitílidos, ni podemos emitir juicios objetivos y definitivos respecto al posible rol de la salmonicultura como gatillante de floraciones de algas nocivas, o de incremento de poblaciones de lobos marinos, entre otros. Además, la salmonicultura ocurre conjuntamente con otros forzantes cruciales tales como la sobrepesca, el cambio climático, aportes de aguas servidas, etc., por lo cual identificar y separar los efectos de cada forzante presenta enormes desafíos”.

Sobre el tema de la sombra bajo las aguas, se enfoca en las características y el impacto en el ambiente de residuos de la industria de acuicultura intensiva específicamente en balsas jaulas. En este caso se consultó la información de bases de datos científicas y experiencias de Canadá, Irlanda, Estados Unidos de Norteamérica entre otros. También se analizaron documentos de FAO y OCDE en relación a organizaciones de países.

En relación con el escape, se abordan experiencias nacionales sobre escape de salmones. La información se obtuvo desde proyectos del Fondo de Investigación Pesquera (FIP), informes de ONGs, publicaciones académicas, entre otros. Adicionalmente se entrega la estadística de escapes registrada por Sernapesca y por *Global Salmon Initiative* (GSI).

I. Sobre el impacto ambiental de la salmonicultura

El informe denominado "Evaluaciones del desempeño ambiental: Chile 2016", desarrollada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), da cuenta que a raíz de la creciente actividad económica, de una mayor extracción y uso de recursos naturales, y del desarrollo y la expansión de la infraestructura, se intensifican las presiones que sufre la variada diversidad biológica de Chile especialmente la contaminación atmosférica, la escasez de agua, la pérdida de bosques nativos y de diversidad biológica, y la contaminación del suelo y el agua previéndose que el cambio climático exacerbará algunas de estas presiones². En lo particular, el vertido de efluentes, pesticidas y medicamentos de las explotaciones piscícolas son una gran fuente de contaminación de las aguas interiores, los estuarios y los ecosistemas marinos, y de presiones sobre ellos³.

De acuerdo a Quiñones et al (2019)⁴ el crecimiento de la producción chilena de salmón no ha estado exento de importantes deficiencias sanitarias y ambientales. Actualmente, existe una regulación o monitoreo limitado de los impactos en la fase de agua dulce en comparación con la etapa de engorde marino, y hay alguna evidencia del impacto de la eutrofización local y los cambios en la diversidad aguas abajo de las jaulas. La eutrofización de canales y fiordos patagónicos de granjas marinas ha sido reconocida como un riesgo ambiental crucial, aunque la mayor parte de la evidencia científica proviene de los efectos locales debajo y alrededor de los centros de cultivo.

La industria salmonicultura chilena ha crecido exponencialmente desde fines de la década de 1980, principalmente debido al aumento de la producción de salmónidos y particularmente del salmón del Atlántico (*Salmo salar*), la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) y el salmón coho (*Oncorhynchus kisutch*). En la "Propuesta de Indicadores Ecosistémicos para el desempeño ambiental de la Salmonicultura, enero 2020" de WWF e INCAR⁵ se da cuenta aproximadamente que en los últimos 10 años la producción total de salmonídeos se incrementó desde alrededor de 600 mil toneladas en el 2007 a 840 mil toneladas en el 2018 con una caída importante entre el 2009 y el 2010 debido a la epidemia ISA. La producción se ha incrementado principalmente en la Región de Aysén y algo en la Región de Magallanes (Figura 1). El área total concesionada para salmones en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes es de 15.119 ha, es decir 151,2 km², de los cuales existen en uso en un momento del tiempo

² OCDE y CEPAL. (2016). Evaluaciones del desempeño ambiental. Chile 2016. Disponible en: <http://bcn.cl/24dsk> (Marzo 2020)

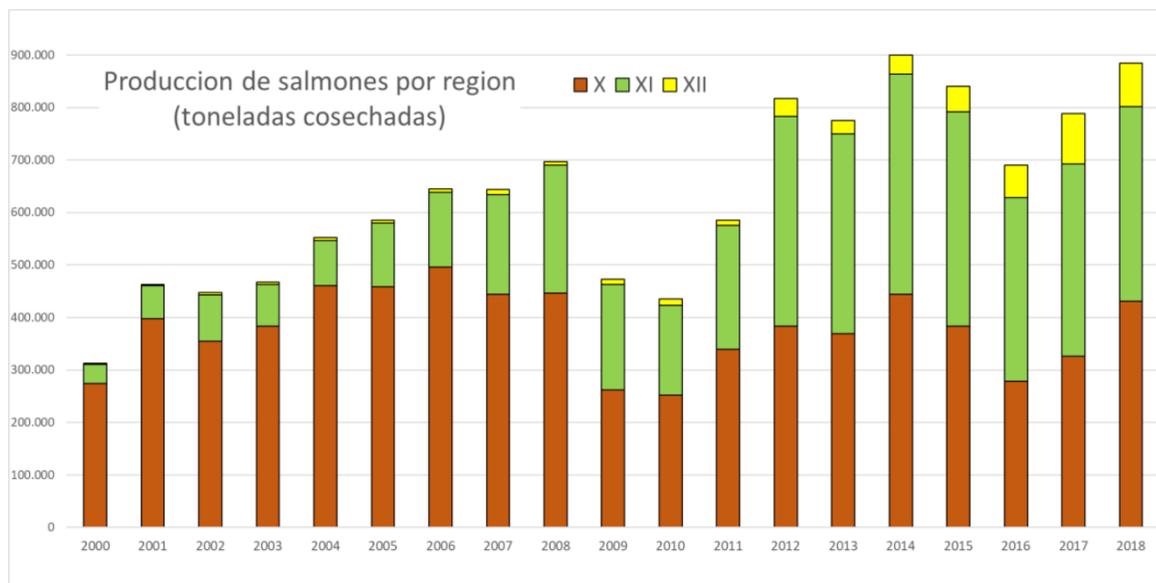
³ *Ibidem*

⁴ Quiñones RA, Fuentes M, Montes RM, Soto D, León-Muñoz J (2019) Environmental issues in Chilean salmon farming: a review. *Rev Aquac* 11(2):375–402. doi: 10.1111/raq.12337. Disponible en: <http://bcn.cl/2dbw8> (Marzo 2020)

⁵ Propuesta de indicadores ecosistémicos para el desempeño ambiental de la salmonicultura en cuerpos de agua de los mares interiores del sur de Chile Propuesta preparada por: Doris Soto, Jorge León-Muñoz, Yuri Soria-Galvarro, Renato Quiñones. Disponible en: <http://bcn.cl/2dbw9> (Marzo 2020)

más o menos un tercio, no obstante lo anterior, todas las concesiones o la mayoría se han utilizado en algún periodo⁶.

Figura 1 Cosecha de salmones por región período 2000-2018



Fuente WWW-INCAR

II. Los desechos de la salmonicultura en cultivo en balsas jaulas

La acuicultura genera externalidades negativas, que deben prevenirse y controlarse desde el Estado (Fuentes, 2014)⁷, lo anterior, por la presión ambiental que se genera, en particular al borde costero. El inicio de esta actividad productiva, tal como la conocemos en Chile, no lleva más de 30 años y se ha realizado en zonas asignadas mediante cartografía no precisa, lo que se tradujo, según la ONG Terram, en algunos casos en malos emplazamientos, operación en fondos marinos poco apropiados (profundidad y circulación) generando así, problemas en las condiciones ambientales donde se ha realizado la salmonicultura⁸.

Bannister et al (2016)⁹ da cuenta que en la actualidad existe una mayor conciencia de los efectos negativos de altas descargas de exceso de alimento y heces, nutrientes y productos químicos terapéuticos en el ambiente marino que ha llevado a un mayor escrutinio de la industria de la acuicultura. Asevera Bannister que existe una necesidad urgente de un mayor conocimiento científico sobre la dispersión de efluentes orgánicos y contaminantes de las instalaciones de acuicultura y sus impactos

⁶ Ibídem

⁷ Fuentes Olmos, Jessica. (2014). Evolución del régimen ambiental de la acuicultura en Chile. Revista de derecho (Valparaíso), (42), 441-477. Disponible en: <http://bcn.cl/2dbwe> (Marzo 2020)

⁸ Terram, (2000). La ineficiencia de la Salmonicultura en Chile: Aspectos sociales, económicos y ambientales. Disponible en: <http://bcn.cl/2dbwg> (Marzo 2020)

⁹ Bannister RJ, Johnsen IA, Hansen PK, Kutti T, Asplin L (2016). Near- and far-field dispersal modelling of organic waste from Atlantic salmon aquaculture in fjord systems. ICES Journal of Marine Science, Volume 73, Issue 9, 1 September 2016, Pages 2408–2419, Disponible en: <http://bcn.cl/2dbwi> (Marzo 2020)

posteriores a los ecosistemas marinos para facilitar el desarrollo de herramientas de gestión efectivas que conduzcan a la selección óptima del sitio y/o su remediación.

El cultivo de salmones se realiza casi exclusivamente dentro de jaulas marinas. Ayer y otros, han atribuido varios impactos ambientales a esta forma de acuicultura entre los que se incluyen: alteración de ambientes bentónicos debajo de las balsas jaulas (heces y alimento no consumido); la posible amplificación y propagación de enfermedades y parásitos a las poblaciones de peces silvestres; los posibles impactos ecológicos y genéticos del salmón escapado, particularmente entre las poblaciones vulnerables de especies silvestres específicas, la liberación de agentes quimioterapéuticos y otros productos químicos en las aguas costeras (antibióticos) limitando la capacidad productiva de esas zonas¹⁰.

En lo general, cada pez en el medio acuático libera nutrientes que pueden estar disueltos o no a través de la excreción, nutrientes orgánicos particulados a través de la defecación y nutrientes orgánicos disueltos a través de la resuspensión de las fracciones particuladas. A lo anterior en el caso de peces en cultivo, se adiciona a este medio, alimento no consumido. Estos diferentes componentes de desecho, indican Olsen y otros, afectan diferentes partes del ecosistema marino; el alimento no consumido y las partículas de heces más grandes se hunden y afectan los sedimentos y las comunidades bentónicas presentes, mientras que los nutrientes inorgánicos disueltos, los nutrientes orgánicos disueltos y las partículas de heces pequeñas afectan las comunidades pelágicas y el estado y la calidad de las aguas eufóticas¹¹.

III. El impacto de los desechos en el medio marino

El impacto en el ambiente afectado por estos desechos, descrito por *el Ministry for Primary Industries* de Nueva Zelanda, explica el efecto dominante sobre el fondo marino por la deposición de heces y alimentos no consumidos y lleva a un enriquecimiento excesivo de este debido al alto contenido orgánico de las partículas depositadas¹².

De acuerdo a Sandoval-Estrada (2010)¹³, en Chile la generación de lodos llega a 1.4 toneladas por cada tonelada de salmón producido, constituidos principalmente por desechos orgánicos, (excretas y alimento no consumido) los que tal como se ha señalado, se acumulan en los fondos marinos o lacustres, representando, según Salazar, una amenaza a la eficiencia productiva de la salmonicultura y una contaminación potencial para el medio acuático (Salazar y Saldaña, 2007)¹⁴.

El enriquecimiento orgánico (y la mayor actividad microbiana asociada con su descomposición) pueden alterar drásticamente la química y la ecología del fondo marino debajo de la balsa jaula. Por ejemplo,

¹⁰ Ayer, Nathan & Tyedmers, Peter. (2009). Assessing alternative aquaculture technologies: life cycle assessment of salmonid culture systems in Canada. *Journal of Cleaner Production*. 362-373. 10.1016/j.jclepro.2008.08.002 (Marzo 2020).

¹¹ Olsen, Lasse & Holmer, Marianne & Olsen, Yngvar. (2008). Perspectives of nutrient emission from fish aquaculture in coastal waters: Literature review with evaluated state of knowledge. 10.13140/RG.2.1.1273.8006. Disponible en: <http://bcn.cl/2dbwk> (Marzo 2020)

¹² Overview Of Ecological Effects Of Aquaculture (2013). Ministry for Primary Industries <http://bcn.cl/2dbwl> (Marzo 2020)

¹³ Sandoval-Estrada, Marco, Celis-Hidalgo, José, Stolpe-Lau, Neil, & Capulín-Grande, Juan. (2010). Effect of sewage sludge and salmon wastes amendments on the structure of an Entisol and Alfisol in Chile. *Agrociencia*, 44(5), 503-515. Disponible en: <http://bcn.cl/2dbwm> (Marzo 2020).

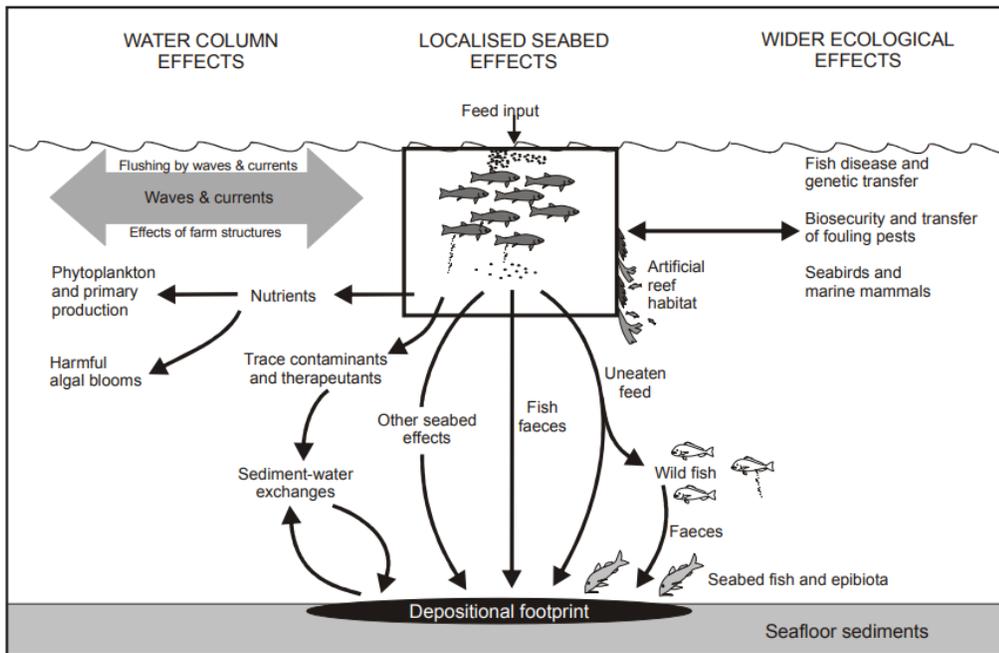
¹⁴ F.J. Salazar, R.C. Saldana, (2007). Characterization of manures from fish cage farming in Chile, *Bioresource Technology*, Volume 98, Issue 17, 2007, Pages 3322-3327, ISSN 0960-8524 Disponible en <http://bcn.cl/2dbwn> (Marzo 2020)

pueden cambiar los sedimentos blandos bien aireados y ricos en especies en las proximidades de estas balsas jaulas a zonas anóxicas (con agotamiento de oxígeno) dominadas por solo unas pocas especies tolerantes a las condiciones degradadas, o en casos extremos, puede acercarse condiciones azoicas (desprovistas de vida). El tipo de especies que viven dentro del sedimento (infauna) también cambiará, con una reducción en la diversidad y un número elevado de algunas especies oportunistas comunes.

La huella deposicional de una balsa jaula de peces se extiende de decenas a cientos de metros desde las jaulas¹⁵. Los efectos tienden a ser más evidentes directamente debajo de las jaulas de cultivo, y exhiben un fuerte gradiente de efecto decreciente con el aumento de la distancia, que es consistente con otros gradientes de enriquecimiento orgánico.

La asfixia de organismos bentónicos por biodeposición, conforme a *Ministry for Primary Industries*, puede ocurrir además de los efectos de enriquecimiento orgánico en el fondo del mar. Los efectos de sofocación tienden a ser más localizados que los efectos de enriquecimiento porque son más frecuentes en sitios de bajo flujo que tienen huellas deposicionales más pequeñas y más concentradas¹⁶ (Figura 2).

Figura 2: Efectos ecológicos del alimento no consumido, heces y otros elementos que conforman la sobra bajo las aguas.



Fuente: Forrest et al., 2007¹⁷

Los autores de la figura anterior, señalan que hay una mejora rápida en las condiciones ambientales (columna de agua y fondo) a medida que se aumenta la distancia de las balsas de cultivo (entre decenas a cientos de metros, Milewski, I. (2001))¹⁸. Los efectos sobre los fondos marinos son en gran medida

¹⁵ José Miguel Burgos. Médico Veterinario. Ex Director Nacional de Pesca. Com pers 2018

¹⁶ Op.cit Overview of ecological effects of aquaculture (2013).

¹⁷ Forrest B, Keeley N, Gillespie P, Hopkins G, Knight B, Govier D. (2007). Review of the ecological effects of marine finfish aquaculture: final report. Prepared for Ministry of Fisheries. Cawthron Report No. 1285. 71p. Disponible en: <http://bcn.cl/2dbwp> (Marzo 2020)

¹⁸ Milewski, I. (2001). Impacts of salmon aquaculture on the coastal environment: a review. In Tlusty, M. F., Bengston, D. A., Halvorson, H. O., Oktay, S. D., Pearce, J. B., and Rheault Jr., R. B. (eds.), *Marine Aquaculture and the Environment: A Meeting*

reversibles, aunque es probable que la recuperación demore muchos meses o años, dependiendo de las características del transporte de aguas no contaminadas (variable oceanográfica del centro). La tasa dependería en gran medida de la extensión espacial y la magnitud de los efectos, y las características del medio ambiente; sitios esencialmente más grandes y más impactados, o sitios en áreas de corrientes relativamente débiles, tardan más en recuperarse. Varios estudios en el extranjero considerados por Forrest et al., (2007) describen la recuperación parcial dentro de los primeros 3 a 6 meses posteriores al cese de la actividad agrícola, pero la recuperación completa (es decir, comparable a las condiciones de fondo) puede llevar muchos años y, a menudo, no se realiza completamente en el marco de los programas de monitoreo.

El enriquecimiento de nutrientes en la columna de agua se produce en las cercanías de los centros de cultivo. Aunque aquello tiene el potencial de estimular la proliferación de algas, los estudios en Nueva Zelanda y en el extranjero no han vinculado estos con floraciones algales con las actividades de piscicultura¹⁹. Lo que si se considera es, que el aumento de la carga de nutrientes también dará como resultado una eventual disminución de oxígeno en el agua circundante. Esto podría aumentar el estrés en la población cultivada y provocar el deterioro de la salud de los peces, con la posterior mortalidad que conlleva pérdidas económicas²⁰.

En este sentido, los productos veterinarios principalmente aplicados en el cultivo de peces, incluyen antiparasitarios y antibióticos. El riesgo surge de la toxicidad ambiental de estos componentes fuera de los centros de cultivo sobre todo, para los antibióticos con el desarrollo de cepas bacterianas resistentes que hacen que estos productos sean inoperantes²¹.

Tabla 1. Desechos de cultivo de salmón en balsa jaula y sus impactos ambientales

Impactos de la actividad acuícola	Fuente (Origen) del impacto	Potencial medioambiental	Riesgo medioambiental
Descarga de material particulado y nutrientes disueltos	Residuos de alimentos Material fecal Excretas	Enriquecimiento orgánico de los sedimentos	Los sedimentos acumulados bajo las jaulas se tornan anóxicos y alteran la composición del bentos (o fondo)
		Enriquecimiento de la columna de agua con nutrientes	Eutroficación
Descarga de agentes químicos	Medicinas Anti-incrustantes)	Eco-toxicidad	Pérdida de especies sensibles (o delicadas)

Fuente. Adaptado de Wilson et al. 2009.²²

IV. Impacto de los escapes de peces cultivados en el medio ambiente

La acuicultura, tanto en agua dulce como en sistemas marinos, siempre ha registrado escapes de especies (exóticas o nativas) cultivadas al medio ambiente. Tal es así, que los escapes son considerados

for Stakeholders in the Northeast. Cape Cod Press, Falmouth, Massachusetts. Pp. 166–197. Disponible en: <http://bcn.cl/2dbwq> (Marzo 2020)

¹⁹ Ibidem

²⁰ Bridger, C.J., editor. 2004. Efforts to Develop a Responsible Offshore Aquaculture Industry in the Gulf of Mexico: A Compendium of Offshore Aquaculture Consortium Research. Mississippi-Alabama Sea Grant Consortium, Ocean Springs, MS. Chapter 6 environmental issues associated with offshore aquaculture & modeling potential impact. Disponible en: <http://bcn.cl/2dbwr> (Marzo 2020)

²¹ FAO (1994). MEDRAP II RAB/89/005-RER/87/009 Field Document 94/30 Workshop On Intensive Farming Outfalls On The Coastal Ecosystem Djerba, Tunisia, April 12–14 1994. Disponible en: <http://bcn.cl/2dbws> (Marzo 2020)

²² Wilson, A., Magill, S. and Black, K.D. (2009). Review of environmental impact assessment and monitoring in salmon aquaculture. In FAO. Environmental impact assessment and monitoring in aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture Technical. Paper. No. 527. Rome, FAO. pp. 455–535 Disponible en: <http://bcn.cl/2dbwt> (Marzo 2020)

uno de los mayores problemas, tanto para las empresas, por sus pérdidas económicas, como para el ecosistema marino.

En contexto, desde el año 1995 centros acuícolas en Canadá ha reportado pérdidas anualmente de un promedio de 46.255 t de salmón del atlántico (*Salmo salar*) en las aguas costeras de British Columbia. En las Islas Faroe, febrero de 2002, se registró una fuga de más de medio millón de salmones de un centro de cultivo. Mientras, en Escocia se tiene reportes de escapes por sobre un millón de salmones entre 1997 y 2001. Otro caso cercano en el tiempo, fue el escape de 300 mil salmones del Atlántico en agosto del 2017 desde el área de Puget Sound (EEUU). En este último caso, algunos de los ejemplares escapados fueron capturados en ríos a 108 y 64 kilómetros del centro de cultivo en febrero y abril del 2018 respectivamente. Como se observa, casos de escapes en mayor o menor escala se registran constantemente en la industria acuícola mundial, sin embargo, son muy pocos los reportes oficiales²³.

En Chile se activó la alerta por el masivo escape de más de 700 mil ejemplares de salmones del Atlántico desde centro Punta Redonda de la empresa Marine Harvest ubicado en la Isla Huar, al sur de Puerto Montt²⁴.

La literatura sobre el tema advierte, que por cada evento de escape las diversas circunstancias que lo rodearon lo hacen único. Por ejemplo, factores como el perfil costero, distancia a costa, profundidad y tipo de fondo, meteorología, talla y número. En este punto, Izquierdo-Gómez *et.al.* (2014)²⁵ señalan:

Después de cada escape, es común la presencia de los peces escapados durante los días posteriores alrededor de la instalación, generalmente hasta 48 horas.

Además, en el caso de:

...las lubinas y las doradas aparecen cerca de la costa, generalmente en zonas de playa a poca profundidad y en bancos de tamaños variables según la magnitud del escape.

Pero, ¿qué pasa con los peces liberados?. En un primer momento, se debe considerar que estos peces comienzan su primera relación libre con el ecosistema, interactúan con poblaciones naturales de peces nativos y diversos organismos del lugar. En este punto, estudios científicos citados por Izquierdo-Gómez *et.al.* (2014)²⁶ han revelado:

... implicaciones ecológicas de los escapes; por ejemplo, la **competencia por el alimento con otros peces** o pasar a convertirse en presa de depredadores a los que pueden **transmitir parásitos y enfermedades**.

...los peces escapados pueden ser fértiles y a través de estudios genéticos se ha demostrado que, en lugares donde existen piscifactorías, la **diversidad genética natural**

²³ FIP: 2004-24. (2005). Evaluación de la posición trófica y la eficiencia de los métodos de recaptura en salmónidos escapados de centros de cultivo. Universidad Católica de Valparaíso. Disponible en: <http://bcn.cl/279ee> (Marzo 2020).

²⁴ Mundoacuicola (julio 11 de 2018). Invasal se refiere a impactos ambientales tras escape de salmones de centro de cultivo en Calbuco. Disponible en: <http://bcn.cl/279ed> (Marzo 2020).

²⁵ Izquierdo-Gómez, D., Sánchez-Jerez, P., Fernández-Jover, D. ToledoGuedes, K., Arechavala-López, P., Forcada-Almarcha, A., Valle-Pérez, C. (2014). Guía de buenas prácticas para la gestión de escapes en la acuicultura marina: Vol II. Mitigación. Proyecto ESCA-FEP, Fondo Europeo de Pesca. Ed. Oceanográfica. 32 pp.

²⁶ *Ibidem*.

de la población salvaje es menor a consecuencia de la hibridación. A nivel poblacional, la mera presencia de peces escapados **aumenta las proporciones de peces inmaduros**, menores de dos años, modificando la estructura poblacional natural de la especie.

V. Experiencia chilena de escapes de salmónidos

El escape de salmónidos en Chile tampoco es algo nuevo, así como la alerta por los posibles impactos ambientales en los ecosistemas. En este sentido, el investigador chileno A. Bushmann en la publicación “Impacto ambiental de la acuicultura”²⁷, sobre precisamente el impacto del escape de peces, cita diversos autores indicando:

...se ha estimado que **los escapes alcanzan, en años normales, hasta el 5% de los peces cultivados**, cantidad que puede aumentar dramáticamente durante años en los que **tormentas y otros accidentes** causan la liberación masiva de peces en cautiverio.

También advierte sobre el **potencial peligro de especies modificadas genéticamente**:

...hoy en día estos peces pueden haber estado sujetos a programas de selección genética o incluso, en el futuro, tratarse de **organismos transgénicos**, existen recelos en cuanto al potencial de hibridación con poblaciones naturales de las mismas especies.

No obstante, el **peligro mayor puede ser la naturalización de peces escapados**:

...parece ser que **la naturalización de peces en sistemas de aguas continentales** ha sido, en términos generales, **más exitosa que en sistemas marinos**.

En particular sobre esta última observación, en el pasado siglo la siembra de salmónidos (truchas y salmónes) tuvo un importante logro en el caso de truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y café o marrón (*Salmo trutta*) en el centro y sur de Chile. Asimismo, hubo intentos de introducción de salmónes, por ejemplo, salmón del Atlántico desde la piscicultura de Lautaro (IX Región), sin embargo, hacia 1937 su población desapareció. Otras especies de salmónes como el chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) han logrado mayor éxito²⁸.

Considerando lo anterior, Soto y Jara (2001)²⁹ investigaron sobre la posible naturalización de salmónidos escapados entre 1994 y 1995, donde fueron miles los peces fugados desde centros de cultivo, siendo la mayoría estos trucha arcoíris, salmón coho (*Oncorhynchus kisutch*) y salmón del Atlántico (*Salmo salar*). Con el fin de investigar el impacto de los salmónes en la fauna nativa, se procedió a capturar algunos de estos ejemplares. Una de las primeras conclusiones, fue que la tasa de captura disminuía

²⁷ Bushmann, A. (2001). Impacto ambiental de la acuicultura: El estado de la investigación en Chile y el mundo. Terram Publicaciones. Disponible en: <http://bcn.cl/279ef> (Marzo 2020).

²⁸ Aqua (8 mayo de 2017). En el sur de Chile: Buscan conocer los stocks de salmón Chinook. Disponible en: <http://bcn.cl/279eg> (Marzo 2020).

²⁹ Soto, D., Jara, F., y Moreno, C. (2001). *Escaped salmon in the inner seas, southern Chile: facing ecological and social conflicts*. *Ecological Applications* 11(6), pp. 1750-1762.

con los años, llegando a estimar que la población de salmones declinaría y desaparecería para el año 2000. El declive en la población de estas especies exóticas se debería a causas naturales y presión de la pesca artesanal.

Otro hallazgo importante de Soto y Jara (2001), fueron los hábitos alimenticios de las tres especies de salmónidos. El salmón del Atlántico se mantuvo cercano a los centros de cultivo alimentándose de los pellets que caían bajo las jaulas; el salmón coho capturaba pequeños peces de cardúmenes; y la trucha arcoíris se alimentó de crustáceos. Concluyendo, el salmón coho podría competir con la merluza de cola y jurel. Finalmente, los autores recomiendan la pesca artesanal como medio efectivo de captura de peces escapados.

I. Impacto de los escapes en la fauna nativa

En la misma línea con la publicación anterior, Soto y Jara (1995) en el proyecto FIP-IT 95-31³⁰, que investigó el impacto de los salmónidos en la fauna nativa a partir de su comportamiento a nivel trófico:

- a) **Depredación directa sobre la fauna nativa** (por ejemplo, pejerres, mote, puyes, huaica, entre otros).
- b) **Competencia por el alimento** con otras especies nativas que tienen presas similares (por ejemplo, robalo, huaica, rollizo, blanquillo, etc.)

Dentro de su investigación en tres especies (trucha arcoíris, salmón coho y atlántico) los autores descartan:

evaluar la agresividad de estas especies y que sólo sería posible estimar interacciones negativas a partir de la distribución espacial y temporal de las especies.

...es posible establecer lugares preferidos por los salmónidos, que en este caso serían bahías con balsas jaulas...presencia de pellets.

Algunos de sus hallazgos fueron que:

En el sector de Pichicolo, donde no operaban centros de engorda, se lograron las mayores capturas por unidad de esfuerzo de pesca de fauna acompañante. Tales resultados podrían indicar que **las balsas son un centro tanto de liberación o dispersión como también de atracción para los salmones**; por otro lado, esto también **sugiere la existencia de una interacción negativa entre salmones y fauna nativa**.

El caso contrario sucede en Calbuco, con abundantes salmónidos en el ambiente:

..Se registró la **menor riqueza de especies**...los cual **sugiere una relación de interferencia negativa entre salmónidos y fauna acompañantes**....también se verificó

³⁰ FIP-IT 95-31. Evaluación de salmónidos de vida libre existentes en las aguas interiores de las regiones X y XI. Universidad Austral de Chile. Disponible en: <http://bcn.cl/279ei> (Marzo 2020).

que en la pesca de orilla que se realiza para capturar salmónidos como especie objetivo, la fauna acompañante fue capturada con una eficiencia menor...

El estudio del contenido estomacal de las tres especies estudiadas concluye que:

En general no existe especialización y que por el contrario, **las tres especies son muy plásticas y generalistas en cuanto a su alimentación**...que en evidencia tanto por su depredación sobre organismos bentónicos (ejemplo, moluscos, poríferas, algas y vegetales terrestres), como pelágicos (ejemplo, zoeas, megalopas, etc.), además de anfípodos hipópidos.

Las **truchas** se separan un poco de las otras especies pues aparecen consumiendo en mayor proporción formas pelágicas.

Los autores **califican a las tres especies como oportunistas** no observan especialización en la dieta. Sin embargo, **las truchas**:

Tendrían un **efecto mayor sobre los crustáceos plántónicos e indirectamente sobre el bentos** por el alto impacto que tienen sobre las larvas de decápodos (zoeas y megalopas de jaibas y galateidos), cirripedios y anfípodos.

También, la investigación da como resultado que **el salmón coho tendría mayores probabilidades de éxito en vida libre**. Por otro lado, los **salmones atlánticos**:

Al parecer, **no tendrían un gran impacto puesto que no son muy efectivos alimentándose en el ambiente natural** y presentan un alto grado de fidelidad a los centros de cultivo.

Asimismo, los autores relevan que los datos levantados en su estudio coinciden con resultados similares de las mismas especies en sus ambientes naturales del hemisferio norte, especialmente para el salmón coho en British Columbia (Canadá) y Alaska (Estados Unidos de América).

Información adicional entrega la tesis de grado “Evaluación de hábitos alimenticios de salmónidos escapados y asilvestrados de vida libre en ríos y lagos del sur de Chile” de Orellana (2010)³¹, que investigó la dieta de salmónidos fugados en: 1) Ríos cercanos a centros de cultivo de engorda de juveniles, o pisciculturas; 2) ríos cercanos a centros de engorda en estuarios y mar interior del sur de Chile; y 3) lagos con balsas jaulas o centros de esmoltificación.

Los peces capturados (n= 546) fueron identificados como salmónidos escapados (56%) y asilvestrados (44%). La mayor captura fue la trucha arcoíris, luego trucha café, y con menor frecuencia se capturaron ejemplares de salmón atlántico, salmón coho y salmón chinook naturalizados.

³¹ Orellana, G. (2010). Evaluación de hábitos alimenticios de salmónidos escapados y asilvestrados de vida libre en ríos y lagos del sur de Chile. Tesis para optar al Título de Ingeniero en Acuicultura, Universidad Austral de Chile. Disponible en: <http://bcn.cl/279ej> (Marzo 2020).

Los resultados del análisis estomacal fueron:

...las **truchas arcoíris** (escapadas y asilvestradas) y el **salmón del Atlántico** colectado en **ríos al lago** (1) y **ríos al mar** (2) exhibían más frecuentemente en la dieta, larvas del Orden Díptera (76 % Num; 15% ocurrencia; 10% Vol.), y en menor cantidad Efemerópteros (9% Num.) y **Crustácea** (9% Num.).

En **lagos** (3) las **truchas arcoíris escapadas** contenían **en su dieta gran cantidad de alimentos artificiales (pellets)** en los estómagos analizados (95 % Num.).

Además, las truchas arcoíris fugadas se mostraron como depredadoras activas:

En las **arcoíris escapadas de centros de engorda en el mar** (3) se observó piscivoría de especies nativas, como el **puye chico** (*Galaxias maculatus*) y **juveniles de róbalo** (*Eleginops maclovinus*).

Las conclusiones del estudio:

...los **salmónidos** que son el objeto de este trabajo, **afectan negativamente la biodiversidad nativa**.

...uno de los **primeros desafíos que enfrenta un escapado es alimentarse**, aspecto esencial para su sobrevivencia, expansión geográfica y eventualmente reproducirse y constituir poblaciones autosustentables.

...respecto de los individuos escapados por los efluentes de las pisciculturas y que fueron **colectados en riachuelos aledaños**, su alimentación consiste esencialmente de larvas de **insectos y de invertebrados pequeños**.

...segundo foco de escape (**centro de engorda en el mar**) se observa que los **salmónidos escapados se alimentan de forma ineficiente consumiendo inicialmente diferentes objetos indigeribles** (piedras, plásticos, palitos y hojas), pero **posteriormente insectos**.

...en este estudio que estos **salmónidos escapados de centros de engorda en el mar tienden a remontar hacia ríos de diferentes caudales**, convirtiéndose en un piscívoro de gran tamaño en pequeños esteros con poblaciones estuarinas de peces nativos (*G. maculatus* y *E. maclovinus*), por lo tanto se encontraron presas marinas y de aguas continentales. Estos **escapados de mar tienden a retornar a esteros y ríos cercanos y su principal efecto es alimentarse de los que encuentran**, sin que se observe desarrollo gonadal en ellos, quizás producto del manejo en cautiverio.

...los **salmónidos escapados en centros lacustres se alimentan preferentemente de pellets** y en **porcentajes menores de peces e insectos**.

...en general la distribución de los salmónidos escapados demuestra que **todas las especies cultivadas en aguas continentales tienen una conducta fiel a sus centros de cultivo en lagos y efluentes de pisciculturas.**

El autor finalmente entrega como **recomendación** lo siguiente:

Sobre la base de lo observado **será importante monitorear el escape de salmón Atlántico desde piscicultura considerando que hay evidencia de que podría estar constituyendo poblaciones autosustentables en la naturaleza (*landlocked*).**

VI. Estadística de escapes de salmones en Chile

De acuerdo a Sernapesca, los escapes de salmones pueden ser producidos por eventos climáticos extremos, cambios bruscos en mareas, ataques de depredadores, choque con embarcaciones, entre otros³². Estos eventos tal como se explicó anteriormente son relevantes y por lo anterior se han documentado para evaluar entre otros la existencia de daño ambiental. En este sentido la información disponible de escapes de peces en Chile tienen dos fuentes, la primera general que entrega Sernapesca en su sitio web que da cuenta en forma global de los escapes de peces (período 2010 -2017) y la segunda que proviene de la *Global Salmon Initiative (GSI)*³³ que consolida la información que anualmente entregan sus miembros sobre datos ambientales y sociales claves, en forma de 14 indicadores (9 ambientales y 5 sociales³⁴) por compañía y por región, usando la norma para el salmón del ASC como referencia. Dentro de esos indicadores se encuentra el escape de salmones.

La información que se dispone en el sitio web de Sernapesca sobre escape de salmones se consolida en la Tabla 2, que en resumen señala que entre 2010 y 2017 se produjeron 79 eventos de escape de salmones con un promedio de 9,8 eventos de escape al año. Los años con mayores números de escapes fueron 2013-2014 y la Región con mayor número de eventos fue Los Lagos. En término del número de ejemplares escapados en este período la Región de Aysén es la que predomina, pese a que tiene casi la mitad de estos eventos en comparación con las otras.

³² Sernapesca (2019). Cuenta Pública 2018 .Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. Disponible en: <http://bcn.cl/2a63v> (Marzo 2020)

³³ La Global Salmon Initiative (GSI) es una iniciativa de liderazgo emprendida por productores mundiales de la industria salmonera que se centra en lograr un progreso significativo en la sustentabilidad de la industria. GSI se ha fijado el compromiso de realizar un objetivo común que consiste en proporcionar una fuente altamente sustentable de alimentos saludables para dar sustento a una población mundial cada vez mayor, minimizando al mismo tiempo nuestro impacto ecológico y mejorando nuestra aportación a la sociedad.

Las compañías miembro de GSI son Australis Seafoods S.A., Bakkafrost, Blumar, Cermaq, Compañía Pesquera Camanchaca, Empresas AquaChile S.A., Grieg Seafood, Huon Aquaculture, Los Fiordos, Mowi, New Zealand King Salmon, Nova Sea AS, Multiexport Foods S.A., Salmónes Austral, Tassal, Ventisqueros S.A. Disponible en: <http://bcn.cl/2a63x> (Marzo 2020)

³⁴ Indicadores Ambientales : escapes de peces, mortalidad de peces, uso de Antibióticos, recuento de Caligus, tratamiento de Caligus, Métodos No Medicinales, las interacciones con la fauna, uso de Ingredientes Marinos en la Alimentación, Certificaciones y permisos relativos al medio ambiente, Indicadores Sociales: cumplimiento, Salud y Seguridad Ocupacionales, Compromiso con la comunidad, Conteo de mano de obra directa, Inversión en I+D

Tabla 2. Escape de peces

REGISTRO DE ESCAPE DE PECES									
REGIÓN	AÑOS								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TOTAL
Los Ríos	0	0	0	0	2	0	1		3
Los Lagos	5	2	4	10	12	11		4	48
Aysén	1	0	3	9	2	2	7	1	25
Magallanes	0	0	2	0	0	0	1		3

Región	Años	Eventos	Cantidad de Peces Escapados
X	2010 al 2017	48	1.242.992
XI	2010 al 2017	25	1.891.667
XII	2010 al 2017	3	20.129
XIV	2010 al 2017	3	132.763
TOTAL		79	3.287.551

Fuente: Sernapesca³⁵

En la cuenta pública de Sernapesca del año 2019³⁶, se señala que en relación a los escapes del año 2018 “ocurrieron ocho eventos de escape de peces de los cuales tres de ellos lograron cumplir con la normativa vigente, recuperando por sobre el 10% de los peces escapados. El escape de mayor magnitud durante el año ocurrió en un centro de cultivo de la empresa Marine Harvest con un total 690.277 de peces escapados”.

Tratando de abarcar en el tema de escape de peces un horizonte de tiempo de al menos 10 años se da cuenta de una presentación, publicada en el portal del Ministerio de Medio Ambiente³⁷, elaborada por Edwin Niklitschek & Pamela Toledo del Centro i-mar de la Universidad de Los Lagos, donde señalan a partir de un trabajo de Niklitschek et al (2013)³⁸ que:

El promedio de escapes (2003-2009) en eventos catastróficos en Aysén fue de 5.6 ind/t cosecha/año. Promedio estimado de 658 mil ejemplares de escapados/año

La siguiente tabla 3 da cuenta de la información considerada, destacando que se trata de datos solo para la Región de Aysén.

³⁵ Sernapesca (s/f). Estadística de escape de peces. Disponible en: <http://bcn.cl/2a63z> (Marzo 2020)

³⁶ Op cit, pp 15. Sernapesca (2019). Cuenta Pública 2018 .Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.

³⁷ Impactos potenciales de la salmonicultura sobre los ecosistemas de los Fiordos y Canales de Aysén. Disponible en: <http://bcn.cl/2a641> (Marzo 2020)

³⁸ Niklitschek, Edwin & Soto, D & Lafon, Alejandra & Molinet, Carlos & Toledo, Pamela. (2013). Southward expansion of the Chilean salmon industry in the Patagonian Fjords: Main environmental challenges. Reviews in Aquaculture. 5. 172-195. 10.1111/raq.12012. Disponible en: <http://bcn.cl/2a642> (Marzo 2020)

Tabla 3. Eventos de escape en el Sistema de Fiordos de Aysén, 2003–2009, según Servicio Nacional de Pesca. Los registros corresponden a Salmón coho, *Oncorhynchus kisutch*, Trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss* y Salmón del atlántico *Salmo salar*

Year	Regional harvest (t)	Events	Escapees	Mean weight (g)	Species involved
2003	77 648	0	0	–	
2004	85 787	3	2 364 925	890	<i>O. mykiss</i> , <i>O. kisutch</i>
2005	129 139	0	0	–	
2006	140 698	0	0	–	
2007	175 118	4	705 000	111	<i>O. mykiss</i> , <i>O. kisutch</i> , <i>S. salar</i>
2008	208 961	11	1 349 538	1651	<i>O. mykiss</i> , <i>S. salar</i>
2009	200 461	1	191 072	n.a.	<i>S. salar</i>

n.a., not available.

Fuente: Niklitschek et al (2013)

En relación a los escapes de salmones, GSI establece para 10 empresas³⁹ para el período 2013-2018 lo siguiente⁴⁰:

- Cuatro empresas no registraron eventos de escape: Blumar Seafoods, Multiexport Foods, Salmones Austral y Salmones Camanchaca
- El número de eventos de escape de salmónidos fue de 24 para el período.
- Todos los escapes se produjeron en centros de agua marina.
- El total de salmónidos escapados (después de la recaptura neta) fue de 2.082.829.
- La empresa con más eventos de escapes fue Cermaq.
- La empresa con más salmónidos escapados (después de la recaptura neta) fue Aquachile.

Un resumen de la información entregada por GSI se entrega en las Tablas 4 y 5. La información total referida a los escapes se entrega en Anexo.

Tabla 4. Número de escapes de salmónidos por empresa

Empresas	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
Aquachile	1						1
Australis Seafoods S.A.				1			1
Cermaq	3		2		4	2	11
Los Fiordos				1			1
Mowi	4	1	1		1	1	8
Ventisqueros	1					1	2
Total	9	1	3	2	5	4	24

Fuente: GSI. Reporte de Sustentabilidad

³⁹ Aquachile, Australis Seafoods S.A., Blumar Seafoods, Cermaq, Los Fiordos, Mowi, Multiexport Foods, Salmones Austral, Salmones Camanchaca y Ventisqueros

⁴⁰ Global Salmon Initiative (GSI). Reporte de Sustentabilidad. Disponible en: <http://bcn.cl/2a643> (Marzo 2020)

Tabla 5. Número de peces que escaparon (después de la recaptura neta)

Empresas	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
Aquachile	787.929						787.929
Australis Seafoods S.A.				231.288			231.288
Cermaq	63.273		6.844		212.562	27.868	310.547
Los Fiordos				461			461
Mowi	15.921	2.000	8.000		348	651.991	678.260
Ventisqueros	48.912					25.432	74.344
Total	916.035	2.000	14.844	231.749	212.910	705.291	2.082.829

Fuente: GSI. Reporte de Sustentabilidad

Nota aclaratoria

Asesoría Técnica Parlamentaria, está enfocada en apoyar preferentemente el trabajo de las Comisiones Legislativas de ambas Cámaras, con especial atención al seguimiento de los proyectos de ley. Con lo cual se pretende contribuir a la certeza legislativa y a disminuir la brecha de disponibilidad de información y análisis entre Legislativo y Ejecutivo.



Creative Commons Atribución 3.0
(CC BY 3.0 CL)