

EN LO PRINCIPAL: ACOMPAÑA INFORME QUE INDICA. OTROSÍ: SE TENGA PRESENTE.



SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE

Sra. Fiscal Instructora

FELIPE MENESES SOTELO y **CONTANZA PELAYO DÍAZ**, abogados, por MOWI CHILE S.A. ("Compañía"), en autos administrativos ROL D-103-2018, venimos en acompañar el Informe "**Observaciones Informe IFOP Efectos y Consecuencias Ambientales del Escape de Salmónidos Ocurrido en el CES Punta Redonda, Isla Guar, durante Julio de 2018**" ("Informe SGA"), preparado por Ismael Cáceres Montenegro, Biólogo Marino y Master en Environmental Management, Jefe de Proyectos y Coordinador Área Biótica de SGA Consultores S.A.; en el que se analiza en detalle el Informe preparado por el Instituto de Fomento Pesquero ("IFOP"), denominado "**Efectos y Consecuencias Ambientales del Escape de Salmónidos Ocurrido en el CES Punta Redonda, Isla Guar, durante Julio de 2018**" ("Informe IFOP"), desde un punto de vista técnico-científico.

El Informe SGA permite establecer una serie de conclusiones que exponemos a continuación:

1. No existen reportes que *Salmo salar* logre sobrevivir alimentándose en el mar en el hemisferio sur. Revisados numerosos estudios tanto en Chile, como en otros países del hemisferio sur, no hay evidencia de sobrevivencia de esta especie alimentándose por sus propios medios. A mayor abundamiento, de acuerdo al estudio realizado por INVASAL y GEEC Lab del contenido estomacal de los salmones escapados del CES Punta Redonda, capturados luego del escape, los resultados mostraron que ninguno contenía fauna nativa, con un 99% de estómagos vacíos, evidenciando que los salmones recapturados no se alimentaron de pellets ni de fauna nativa en el mar
2. No hay migración en periodo reproductivo en Chile. La producción salmonera evita la maduración sexual de los individuos. En este escape, la fecha estimada de maduración se habría producido entre septiembre a noviembre de 2018, 2 a 4 meses después de la contingencia, sin posibilidades para los salmones de sobrevivir, según lo que se ha registrado hasta ahora por las investigaciones llevadas a cabo en el país.
3. El asilvestramiento no se produce en el hemisferio sur ni menos en Chile, según lo descrito por diversos autores. En efecto, se ha concluido que esta especie a nivel mundial no es apta para el asilvestramiento en cuerpos naturales de agua exóticos, y la OCDE ha sostenido que no se tiene conocimiento de asilvestramiento del *Salmo salar* fuera de su rango natural. Una posible explicación a la ausencia de peces asilvestrados en Chile puede deberse a la biología intrínseca de la especie. Los salmones del Atlántico en estado silvestre

en el hemisferio norte, presentan una memoria genética y una distinción olfatoria que les permite regresar a su lugar de origen, mientras que los salmones del Atlántico producidos en pisciculturas (Chile) no tendrían esta memoria genética o distinción olfatoria, debido al origen de su producción (Gross, 1998), la cual lleva 20 años en Chile, por lo que al parecer la han perdido o no se encuentra activa.

4. El IFOP reconoce que la recaptura pudo haber sido mayor a un 10%. En el Informe IFOP, éste reconoce que una fracción indeterminada de *Salmo salar* fue capturada por pescadores locales en distintos puntos del Estuario y Seno de Reloncaví para su comercialización y consumo. Resulta cuestionable desde el punto de vista científico, que IFOP no fundamente con datos la existencia de un daño ambiental y recurra a la presunción, pues se le ha requerido su opinión sobre los “efectos y consecuencias ambientales” en su calidad de institución experta, sobre todo en circunstancias que existen abundantes antecedentes en el sentido que la “pesca informal” excedió con mucho el 10% de los individuos escapados. Cualquier análisis empírico debería partir reconociendo este hecho.
5. La incorporación de nutrientes a la cadena trófica proveniente de desechos de peces muertos (carcazas) en el fondo marino, es un hecho que no ha sido cuantificado por ningún estudio científico en Chile. Lo anterior es ratificado por el IFOP, sin embargo, existen estudios internacionales, que permiten concluir que una vez muertos los salmones por inanición, las carcasas sobre el fondo marino tardarían no más de 22 días en descomponerse.
6. El Informe IFOP realiza una suposición errónea acerca de la muerte de individuos en ríos. El IFOP no se refiere a la especie *Salmo salar*, y la muerte en ríos no ocurre con esta especie en particular, ni menos en el hemisferio sur.
7. El supuesto efecto sobre la disminución de la población de *Galaxias Platei*, no es tal. En la parte final del breve análisis, el Informe IFOP incluye un párrafo referido a las interacciones entre peces y documenta el efecto que los salmónidos, en general, tendrían sobre las *Galaxias platei*, con base en un informe de Terram¹. No se explica por qué se cita una reseña y no la publicación, sin embargo, corresponde señalar que el estudio fue realizado por Centro de Investigación en Biodiversidad y Ambientes Sustentables (CIBAS UCSC) y sus autores son Iván Vera-Escalona, Evelyn Habit y Daniel Ruzzante y su nombre es **“Invasive Species and postglacial colonization: their effects on the genetic diversity of a Patagonian Fish”** (Especies invasoras y colonización postglacial: sus efectos sobre la diversidad genética de un pez patagónico).
8. Algunas notas sobre el estudio permiten dar cuenta de la sobre-simplificación que se ha hecho del mismo en el Informe en análisis y de las erradas

¹ La cita completa señala lo siguiente: *Además, los estadios juveniles de Salmo salar se alimentan preferentemente de larvas de los Órdenes Díptera, Ephemeroptera y Crustacea (Orellana, 2010), que a su vez constituyen parte de la dieta de peces nativos, lo que podría resultar en la declinación local de las poblaciones de galáxidos y silúridos_ que ya experimentan estresores derivados de la invasión de otros salmónidos, potencialmente debido a la microalga declarada plaga Didymosphenia geminata (Salvo& Oyanedel, 2019, en revisión), y la actividad antrópica. Efectos más claros aún, están experimentando las poblaciones de puye grande (Galaxias platei) que han disminuido un 99% su tamaño poblacional en el último siglo debido a la introducción de especies exóticas, específicamente, los salmónidos.* <https://www.terram.cl/2019/04/estudio-determina-preocupante-efecto-de-salmones-sobre-especie-nativa-del-sur-de-chile/>

conclusiones a las que podría llevar su asociación con el caso del escape del CES Punta Redonda.

9. En efecto, el artículo citado toma como caso de estudio a *la Galaxias Platei* y concluye que la **baja diversidad genética de la especie**, puede explicarse por reducciones de su población hasta un 99%. Dicho de otro modo, elabora una hipótesis para explicar el efecto genético observado sobre el puye grande y postula que estaría relacionado con la llegada de especies exóticas a ríos y lagos en la Patagonia de Chile y Argentina a comienzos del siglo pasado. Para llegar a esa conclusión, el estudio efectúa una **simulación de los últimos 100 años**; refiere, en general, a "salmónidos invasores", sin distinguir **entre especies**; (y centra sus conclusiones en las *Galaxias platei*, una **especie estricta de agua dulce** que habita en lagos y ríos, y no en el mar y, por lo tanto, no se relaciona de ninguna manera con el *Salmo salar* y menos con este escape.
10. Como es posible observar, la referencia efectuada remite a un estudio cuya seriedad no se impugna, sin embargo, al ser visto con atención revela que constituye un análisis teórico que no se refiere a un escape; está centrado en un ambiente dulce-acuícola (ríos y lagos) y no marino; alude indeterminadamente a los salmónidos sin referirse a los de la especie del escape; no señala -como supone el IFOP- que las poblaciones de Puye grande hayan disminuido en un 99%, sino que su escasa diversidad genética podría explicarse por reducciones de su población hasta un 99%, cuestión completamente distinta.
11. **El supuesto daño a corto plazo asociado a que los individuos de *Salmo salar* actuarían como depredadores de especies nativas marinas que constituyen recursos hidrobiológicos locales, no es correcto.** No hay registros científicos que avalen esta hipótesis, en efecto, el análisis de contenido estomacal realizado en un estudio chileno mostró estómagos vacíos seguido con un alto porcentaje de pellet. Aún más, el *Salmo salar* es la especie que mayor número de escapes ha tenido en Chile en los últimos 30 años, por lo que si tuviera capacidad de colonizar ya se encontraría en mar y ríos, por lo mismo, sería muy frecuente de encontrar en la pesca deportiva, situación que no ha ocurrido.
12. **Si bien se señala en las conclusiones como un eventual efecto el que el *Salmo salar* podría introducir patógenos en los ecosistemas donde es liberado, y alterar patrones de enfermedades; el tópico no fue desarrollado en el documento.** En el Informe IFOP se plantea solo como una hipótesis y no existe comprobación a través de estudios científicos.
13. **El supuesto efecto consistente en que el incremento de abundancia de individuos libres de *Salmo salar*, conllevaría a una mayor oferta alimenticia para depredadores como lobos de mar, aumentando la abundancia de esta especie de mamífero y con esto la probabilidad de ataque a jaulas; presenta graves contradicciones.** Se ha demostrado con datos de Sernapesca, que posterior al escape de salmones el número de ataques por lobos marinos a centros de cultivo se redujo, debido a que éstos estaban depredando a los salmones en el ambiente libre. Concluyendo que si hay salmones libres desorientados en agua abierta, los lobos se alimentan de éstos.

POR TANTO y en virtud de lo expresado anteriormente,

SOLICITO A USTED, tener por acompañado el Informe "Observaciones Informe IFOP Efectos y Consecuencias Ambientales del Escape de Salmónidos Ocurrido en el CES Punta Redonda, Isla Guar, durante Julio de 2018", en el que se analiza en detalle el Informe preparado por el IFOP desde un punto de vista técnico-científico.

OTROSÍ: tenga presente las siguientes consideraciones generales formuladas por esta parte en relación con el Informe preparado por el Instituto de Fomento Pesquero, denominado "Efectos y Consecuencias Ambientales del Escape de Salmónidos Ocurrido en el CES Punta Redonda, Isla Guar, durante Julio de 2018", para los efectos de resolver en el presente procedimiento sancionatorio:

1. Extensión del Informe IFOP. El Informe, en su totalidad, tiene 11 páginas, de las cuales tan sólo 2 y media son, efectivamente, destinadas al análisis de los "Efectos ambientales del escape de Salmo salar con énfasis en el Seno y Estero de Reloncaví y cuencas hidrográficas aledañas" (numeral 2). En efecto, el resto del documento está integrado por los "Antecedentes Generales" (2 páginas), "Conclusiones" (1 y media página) e "Índice Bibliográfico", siendo esta última, llamativamente, la parte más extensa (casi 4 páginas).
2. El Informe no reporta efectos ambientales asociados al escape de salmones desde el CES Punta Redonda. Resulta evidente que el Informe en análisis no cumple con una premisa básica, consistente en obtener conclusiones afinadas en la observación de la realidad. No hay un programa, investigación o monitoreo que haya sido dirigido por el IFOP en relación con este asunto y tampoco existe referencia alguna a actividades de terceros -salvo a las actividades llevadas adelante por INVASAL e informadas por esta parte en este mismo procedimiento- que permitan al informante mostrar o acreditar, de manera más o menos fehaciente, siquiera la existencia de impactos ambientales, ni que decir, la existencia de un potencial daño ambiental.
3. El Informe se refiere a efectos ambientales que se atribuyen a la industria acuícola y no al escape de peces. Según lo que señala el Informe, el depósito masivo de fecas de lobo de mar y los peces muertos en el fondo marino "conllevaría a la incorporación de distintos elementos (e.g. nutrientes, pesticidas, antibióticos)". Este comentario aparece seguido de la referencia "Impacts of Salmon Aquaculture on the Coastal Environment: A Review" (Milewsky, 2001) ². Una rápida revisión de estudio permite establecer que el artículo constituye una síntesis de los impactos que provocaría la industria acuícola en los ambientes marinos y costeros de los países en que se desarrolla; y las referencias efectuadas a la incorporación de nutrientes, pesticidas y antibióticos al medio marino, **son una generalización de los**

² Milewsky, Inka, Impacts of Salmon Aquaculture on the Coastal Environment: A Review, Conservation Council of New Brunswick (2001).

efectos que se consideran atribuibles a la actividad y no una consecuencia del escape de peces³.

4. El Informe IFOP se limita a señalar que los escapes tienen graves consecuencias ambientales, “[p]artiendo del ecosistema marino en que se ubican las jaulas”, afirmación que comporta un error evidente pues éste no es un efecto ligado a un escape, sino que constituye una apreciación sobre el impacto que producirían los cultivos en condiciones normales, sin mediar una contingencia. A continuación, señala que también se producen efectos “inmediatamente después del escape, hasta el asilvestramiento de especies en los ecosistemas dulceacuícolas”, sin prestar ningún fundamento específico para ello. Este Informe enfatiza, asimismo, que el incremento de nitrógeno está bien documentado “**en las áreas donde existe salmonicultura**” lo que salta a la vista, nuevamente, es que el párrafo se refiere a los sectores en que se realiza el cultivo de peces y no al fenómeno de los escapes⁴.
5. El Informe describe riesgos cuya ocurrencia es completamente debatible. El Informe no solo reconoce las limitaciones de los estudios existentes sobre la materia⁵, sino que reduce su contenido a la identificación de riesgos y, en ningún caso, de efectos ambientales. Las conclusiones son planteadas en iguales términos, es decir, sin base en estudios referidos al caso y, sin excepción, mediante la descripción de riesgos. Obsérvese los encabezados a las conclusiones referidas a los efectos presuntos del escape en el corto plazo y en el mediano y largo plazo; el primero señala que “es posible **presumir** daño ambiental dentro de un corto período”, en tanto que el segundo señala que estos “**podrían** ser evidenciados”. Conviene subrayarlo: el Informe describe **riesgos discutibles** y en ningún caso reporta los efectos ambientales, presuntamente seguidos del escape de salmones del CES Punta Redonda.
6. En relación con la sobrevivencia y hábitos alimenticios de los peces escapados el Informe IFOP valida los datos aportados por esta parte. El Informe, señala que de acuerdo a Soto et. al (2001) y Soto et al. (2004), una proporción de peces libres “**posiblemente** han sobrevivido alimentándose

³ No nos referimos en detalle a las afirmaciones pues, insistimos, pues ellas están referidas a los efectos que provocaría la actividad de la industria, algunas de las cuales han quedado obsoletas (la publicación es de 2001), no son aplicables a nuestro país y mucho menos a nuestro caso.

⁴ La revisión del artículo referido en esta parte del Informe, denominado “*A review of the impacts of salmonid farming on marine coastal ecosystems in the southeast Pacific*” confirma lo que señalamos: “*Las investigaciones realizadas desde 1996 sugieren que se han producido impactos localizados y adversos en el fondo marino bajo áreas de cultivo autorizadas con cambios físico-químicos en los sedimentos y pérdidas significativas de biodiversidad bentónica (Buschmann, 2002; Soto and Norambuena, 2004)*”. Buschman, Alejandro et al. A review of the impacts of salmonid farming on marine coastal ecosystems in the southeast Pacific, ICES Journal of Marine Science, 63: 1338e1345 (2006). Traducción libre de: “Research conducted since 1996 suggests that there have been localized adverse impacts **on the seabed in the licensed farming areas** associated with physico-chemical changes to sediments and significant losses of benthic biodiversity (Buschmann, 2002; Soto and Norambuena, 2004) (...) In most locations, **there have been no detectable increases in nitrogen concentration in the water column near salmon farms** (Soto and Norambuena, 2004)”.

⁵ Por ejemplo, cuando señala que “la ausencia de programas de monitoreo imposibilita investigar el efecto e impactos de los escapes de salmones en una escala espacio-temporal adecuada” o “los escapes masivos de *Salmo salar* en áreas donde esta especie es exótica, tienen una serie de efectos ambientales que han sido pobremente estudiados”. Informe “Efectos y consecuencias ambientales del escape de salmónidos ocurrido en el Centro Punta Redonda, Isla Guar, durante julio de 2018”, IFOP, Página 1 y 3.

de pellet y depredando peces nativos marinos y estuarinos". Si bien, esta última es una hipótesis contenida en el artículo que se cita, el Informe no reporta lo que el estudio de Soto (2001) señala a continuación, específicamente, en relación con el establecimiento de poblaciones de salmones y, en particular, respecto del *Salmo salar*: "*Los resultados de nuestra pesca de investigación sugieren que la mayoría del salmón capturado en la X región durante el período de estudio, eran, probablemente, remanentes de grandes escapes. Hubo poca o ninguna evidencia de poblaciones establecidas verdaderamente salvajes*".

*"El salmón del Atlántico es el que tiene menos probabilidades de tener una reproducción exitosa, ya que un gran porcentaje de los que han escapado han sido genéticamente modificados para evitar la maduración (Soto 1997). Por otro lado, una vez libres lo hacen mal alimentándose por su cuenta, (Fig. 9), teniendo los niveles medios más altos de vacío estomacal (42.3%), y la tasa de crecimiento más baja"*⁶.

7. El Informe IFOP contiene una mera hipótesis sobre la sobrevivencia, comportamiento alimenticio y migratorio de *Salmo salar* y reconoce que no hay evidencia sobre el punto. Como hemos señalado más arriba, el Informe se limita a efectuar hipótesis y suposiciones sobre lo que se estima podría llegar a suceder como consecuencia de un escape de peces. La redacción en este punto, nos parece particularmente reveladora del modo en que procede el Instituto:

*"A pesar de que *Salmo salar* es una especie que **permanecería** en las cercanías de las jaulas cuando logra escapar de éstas, es una especie **potencialmente migratoria** (...) Los individuos sobrevivientes **podrían** continuar depredando peces e invertebrados en el ecosistema marino y estuario, y también desplazarse (...) Una vez que los individuos alcanzan su madurez sexual, **podrían** migrar hacia los hábitats fluviales óptimos para el desove (...).*

*Los individuos de *Salmo salar* **pueden** morir en los hábitats de desove o retomar al mar (...) o también **podría** ocurrir que individuos maduros sexualmente mueran sin desovar. De cualquier modo, los individuos que mueren en los ríos, suponen un aporte importante de nutrientes, especialmente fósforo, y compuestos contaminantes (e. g. antibióticos, pesticidas), incluyendo compuestos orgánicos persistentes (COP's) (...)*

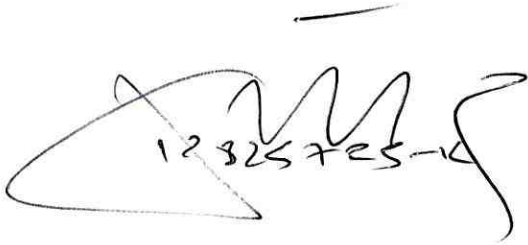
*Por otro lado, **si** los individuos de *Salmo salar* **logran** completar su ciclo reproductivo y generar descendencia reproductiva, **constituiría** el comienzo del proceso de naturalización o asilvestramiento de esta especie en Chile. (...)*


⁶ Soto, Doris et al., Escaped Salmon in the inner Seas, Southern Chile: Facing Ecological and Social Conflicts, *Ecological Applications*, 11(6), 2001, pp. 1750-1762. Traducción libre de: "The massive release of salmon in the ocean associated with aquaculture could enhance wild populations of existing species such as *O. mykiss*, and introduce new ones such as *O. kisutch*, and *Salmo salar*. Our results from the experimental fishing and population extrapolations suggest that most salmon captured in the X Region during the study period were probably part of the remaining fish stock from the large escapes. **There was little or no evidence of truly wild established populations**." "Atlantic salmon is the least likely to have successful reproduction, because a large proportion of escapees have been genetically modified to avoid maturation (Soto 1997). On the other hand, once free they do poorly at feeding on their own (Fig. 9), having the highest mean levels of stomach emptiness (42.3%), and the lowest growth rate".

La presencia de estadios tempranos de *Salmo salar* en los ríos (i.e escapados desde los centros y/o derivados de la reproducción de la especie) generaría efectos directos e indirectos sobre las especies nativas de peces, y sobre las comunidades de invertebrados bentónicos que forman parte de la dieta de peces."

POR TANTO,

SOLICITO A USTED, se tenga presente.


12325725-14



16.709.647-6



Observaciones Informe IFOP


Escape de *Salmo salar* centro Punta Redonda

Observaciones Informe IFOP
“Efectos y consecuencias ambientales del escape
de salmónidos ocurrido en el Centro Punta
Redonda, Isla Guar, durante Julio 2018”

	Observaciones Informe IFOP
	Escape de <i>Salmo salar</i> centro Punta Redonda

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	3
2	DESARROLLO	3
3	CONCLUSIONES	12
4	BIBLIOGRAFÍA.....	13

	Observaciones Informe IFOP
	Escape de <i>Salmo salar</i> centro Punta Redonda

1 INTRODUCCIÓN

El presente reporte examina técnicamente el informe emitido por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), el cual analiza los efectos y consecuencias ambientales del escape de salmónidos ocurrido en el Centro Punta Redonda, Isla Guar, durante Julio 2018. El documento se divide en tres secciones, "Antecedentes Generales", "Efectos ambientales del escape de *Salmo salar* con Énfasis en el Seno y Estero de Reloncaví y cuencas hidrográficas aledañas" y "Conclusiones".

El objetivo de esta revisión es entregar una opinión técnica-científica sobre los contenidos y conclusiones del documento preparado por IFOP.

2 DESARROLLO

Sección 1: Antecedentes Generales

En esta sección el informe del IFOP describe y argumenta con referencias detalladas la acuicultura del salmón del Atlántico en el mundo y en Chile, haciendo referencia que a nivel mundial existen miles o millones de individuos escapados anualmente, y señalando que en el hemisferio norte los peces escapados no recuperados mueren a consecuencia de la depredación, enfermedades, inanición, u otras causas. Luego agrega que "*Sin embargo, una fracción de los peces escapados logra sobrevivir alimentándose en el mar, y más tarde, migran hacia los ríos durante el período reproductivo, generando diversos efectos ambientales*".

Conforme a los estudios existentes, esto último no sucede en el hemisferio sur, ni menos en Chile, debido a que:

- a. No existen reportes que *Salmo salar* logre sobrevivir alimentándose en el mar en el hemisferio sur

Un estudio de contenido estomacal realizado en Tasmania (Australia) indicó que, los salmones escapados no se alimentan de fauna nativa, pues una vez en la naturaleza los salmones pierden fuerza y capacidad, además, los análisis del contenido estomacal mostraron que éstos se encontraban casi vacíos, con restos no nutricionales, o bien, con restos de pellet (Abrantes *et al.*, 2011).

Esto se reafirma con el estudio realizado en Chile, que analizó el contenido estomacal de tres especies de salmones (*Oncorhynchus mykiss*, *Oncorhynchus kisutch* y *Salmo salar*), encontrando que salmones del Atlántico escapados, difícilmente pueden alimentarse por sí solos, ya que contenían el mayor porcentaje de estómagos vacíos seguido con un alto porcentaje de pellet (Soto *et al.*, 2001).

Aún más conciso, posterior al escape en el centro Punta Redonda, se realizó un estudio independiente por INVASAL y a GEEC Lab¹ del contenido estomacal de los salmones recapturaron, donde se analizaron 100 estómagos, los resultados mostraron que ninguno contenía fauna nativa, con un 99% de estómagos vacíos y sólo en un estomago se encontró una planta terrestre, evidenciando que los salmones recapturados no se alimentaron de pellets ni de fauna nativa en el mar. Sin perjuicio de lo anterior, en trabajos de campo entre octubre 2018 y marzo 2019, con un esfuerzo de muestreo de 196 salidas de pescar, se capturaron 5 ejemplares de *Salmo salar* en tres localidades alejadas por lo menos 30 km del centro Punta Redonda. De ellos, solo uno de los salmones capturados evidenció la presencia de seis anchovetas en su estómago.

b. No hay migración en periodo reproductivo en Chile

Los peces escapados del centro Punta Redonda tenían un peso promedio de 3,4 kg, lo que está por debajo del inicio de la maduración sexual. Por lo tanto, ningún ejemplar pudo migrar durante el periodo reproductivo. Cabe recordar que la producción salmonera evita la maduración sexual de los individuos, ya que disminuye la calidad del producto. En este caso la fecha estimada de maduración hubiese sido entre septiembre a noviembre, 2 a 4 meses después de la contingencia, sin posibilidades de sobrevivir.


Los “Antecedes Generales” continúan nombrando la imposibilidad de realizar programas de monitoreos de salmones en los diferentes ecosistemas globales y se refiere a salmónidos introducidos en todo el mundo **sin identificar especie**. Además, señala que el escape reportado de *Salmo salar* es el tercero más grande de Chile, sin nombrar evidencias científicas de efectos sobre el medio ambiente de los primeros dos escapes de *Salmo salar* en Chile, bien por ausencia de estudios, o bien, por inexistencia de efectos.

Otra idea desarrollada en el informe del IFOP es el fracaso de la introducción de *Salmo salar* en el mundo incluido Chile. Esto mismo se suma lo señalado por diversos autores indicando que no existen evidencias del establecimiento de poblaciones naturales de salmón del Atlántico en Chile (Soto et al. 2001, 2006, Schröder & García de Leaniz 2011).

Sección 2: “Efectos ambientales del escape de *Salmo salar* con Énfasis en el Seno y Estero de Reloncaví y cuencas hidrográficas aledañas

Para determinar los efectos ambientales hay que poner a prueba una hipótesis y respaldarla científicamente, hecho que hasta el momento no ha sido publicado ni se ha difundido por ningún estudio. El asilvestramiento no se produce en el hemisferio sur ni menos en Chile, según

¹ <http://www.invasal.cl/> <http://www.geeclab.cl/>

	Observaciones Informe IFOP
	Escape de <i>Salmo salar</i> centro Punta Redonda

lo descrito por diversos autores (Soto et al. 2001, 2006, Schröder & García de Leaniz 2011), por lo tanto, se descarta esta hipótesis.

Es correcto que el porcentaje de recaptura directo llevado a cabo por el titular, y respaldado con certificados de disposición final validados por Sernapesca, fue menor al 10% (dando lugar a una presunción de daño ambiental según la ley 19.300), sin embargo, existen numerosas fuentes que indican un número mayor de recaptura por pescadores y gente local de Seno y Estero Reloncaví. Esta última afirmación se manifiesta en el primer párrafo de la sección 2.1 “Efectos del escape de Salmón del Atlántico en el corto plazo (días a semanas transcurrido el escape)” la cual dice textualmente “...una fracción indeterminada fue capturada por pescadores locales en distintos puntos del Estuario y Seno de Reloncaví para su comercialización y consumo”, concluyendo que el IFOP tiene conocimiento que la recaptura pudo haber sido mayor a un 10% sugiriendo que no aplicaría al caso la presunción de daño ambiental conforme a la ley 19.300.


Ahora bien, resulta cuestionable desde el punto de vista científico que IFOP no fundamente con datos la existencia de un daño ambiental y recurra a la normativa, pues se le ha requerido su opinión sobre los “efectos y consecuencias ambientales” en su calidad de institución experta, sobre todo en circunstancias que existen abundantes antecedentes en el sentido que la “pesca informal” excedió con mucho el 10% de los individuos escapados. Cualquier análisis empírico debería partir reconociendo este hecho.

De manera contradictoria el informe del IFOP señala que “*Similarmente a lo documentado en ecosistemas del hemisferio norte, una parte importante de los peces habría muerto por distintas causas, entre ellas, la depredación, inanición y enfermedades parasitarias*” citando a tres publicaciones: la primera de Whoriskey et al. (2006)² la cual confirma la gran depredación de focas sobre salmones escapados en Norteamérica (equiparando a lo que sucede con la depredación de lobos marinos en Chile); la segunda publicación de Hislop y Webb (1992)³ que se refiere a un estudio de contenido estomacal en Escocia con peces escapados demostrando que se alimentan de fauna nativa, muy distinto a lo dicho por IFOP, que mueren por inanición (evidenciando que el informe del IFOP no interpretó correctamente lo escrito en la referencia de 27 años de antigüedad); y la tercera de Vollset et al. (2016)⁴ realizada en Noruega, la que rechaza la teoría que las enfermedades parasitarias incidan en la muerte de peces escapados,

² Whoriskey, F. G., Brooking, P., Doucette, G., Tinker, S., & Carr, J. W. (2006). Movements and survival of sonically tagged farmed Atlantic salmon released in Cobscook Bay, Maine, USA. *ICES Journal of Marine Science*, 63(7), 1218-1223.

³ Hislop, J. R. G., & Webb, J. H. (1992). Escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., feeding in Scottish coastal waters. *Aquaculture Research*, 23(6), 721-723. doi:10.1111/j.1365-2109.1992.tb00814.x

⁴ Vollset, K. W., Krøntveit, R. I., Jansen, P. A., Finstad, B., Barlaup, B. T., Skilbrei, O. T., ... Dohoo, I. (2015). Impacts of parasites on marine survival of Atlantic salmon: a meta-analysis. *Fish and Fisheries*, 17(3), 714-730. doi:10.1111/faf.12141

	Observaciones Informe IFOP
	Escape de <i>Salmo salar</i> centro Punta Redonda

dando cuenta de una mala interpretación de la publicación. En consecuencia, se presume que el informe del IFOP interpretó y tradujo erróneamente las referencias bibliográficas citadas, sin perjuicio que la muerte de peces escapados en Chile sea producto de la depredación (de lobos marinos) e inanición (ya que no se alimentan de fauna nativa).

En relación con la incorporación de nutrientes a la cadena trófica proveniente de desechos de peces muertos (carcasas) en el fondo marino es un **hecho que no ha sido cuantificado por ningún estudio científico en Chile**. Lo anterior, es ratificado en el informe de IFOP... *“el aumento de la concentración de este y otros nutrientes, como el fósforo, su tiempo de persistencia y el efecto sobre la biota bentónica marina, son aspectos no evaluados en profundidad en los ecosistemas chilenos”*⁵. Sin embargo, existen referencias internacionales donde se han realizado experimentos similares con carcasas de chanchos en la costa pacífica de Canadá por Anderson & Bell (2014)⁶. Los resultados en tres experimentos realizados con carcasa de chancho demostraron inmediatamente que éstas fueron colonizadas por crustáceos de distintos tipos y tamaños, alimentándose de ellos y realizando el trabajo de descomposición. Dos carcasas fueron descompuestas hasta los huesos en 22 días, mientras que la tercera se demoró 92 días. La diferencia entre los distintos experimentos fue el nivel de oxígeno disuelto en el fondo marino. En los primeros dos casos el fondo marino se encontraba con niveles tolerables de oxígeno, permitiendo que los crustáceos se alimentaran sin problema. La tercera carcasa tomó más tiempo, ya que los niveles de oxígeno fueron catalogados como anóxicos, impidiendo que los crustáceos llegaran o permanecieran en este tipo de calidad de agua.

Si se realiza la comparación de este estudio, con la condiciones oxigenadas (valores sobre los 5.0 mL/L (Silva, 2008)) del fondo de los fiordos de Chile, desde el seno de Reloncaví hasta el extremo austral de Cabo de Hornos, es esperable que los descomponedores secundarios como crustáceos u otros, reduzcan y descompongan las carcasas de salmones en un tiempo igual o menor que las carcasas de chancho, dado que la masa corporal es menor en salmones y las características de la piel son distintas. Es decir, una vez muertos los salmones por inanición, las carcasas sobre el fondo marino tardarían no más de 22 días en descomponerse.

A continuación, el informe hace referencia a cinco años de un programa del IFOP denominado “Evaluación y Seguimiento de la Situación Sanitaria de Especies Silvestres y Ferales en Agua Dulce y Mar”, se documenta en él que solo encontraron un ejemplar de *Salmo salar* con peces en su interior, demostrando la casi nula depredación de *Salmo salar* a especies nativas. Además, el informe indica que los salmones escapados permanecen en las cercanías de los centros de cultivo.

⁵ Informe “Efectos y consecuencia ambientales del escape de salmónidos ocurrido en el centro Punta Redonda, Isla Guar, durante julio de 2018”, del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Punto 2.1., pág. 3.

⁶ Fotos y videos se pueden ver en <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0110710>

Salta a la vista la interpretación de las publicaciones citadas en esta sección, como por ejemplo Wilewski (2001)⁷ el cual revisa de manera general los impactos en la década del 90' de la producción acuícola y su interacción con el medioambiente, sin referirse a los escapes de salmónes en el hemisferio sur. De manera similar, la publicación de Buschmann et al. (2006)⁸ hace referencia a los sedimentos y el bentos en las inmediaciones de las jaulas, lo que difiere a lo citado en el informe del IFOP "el incremento de nitrógeno en las áreas donde existe salmonicultura ha sido bien documentada en los ecosistemas chilenos", además el informe omite información de esta publicación, como por ejemplo que en Chile no existen poblaciones naturales de salmónes, entre otras conclusiones.

En la sección 2.2 "Efectos del escape de Salmón del Atlántico en el mediano y corto plazo" el informe del IFOP hace suposiciones sin respaldo científico. Lo que es muy extraño porque en las secciones anteriores toda afirmación es respaldada por una referencia o cita. No obstante, sí existe información internacional y nacional, en el sentido que los individuos escapados de *Salmo salar* no logran establecer poblaciones autosustentables (asilvestradas) en el mar ni en agua dulce en el hemisferio sur, como tampoco en Chile, como se nombró anteriormente.

En el segundo párrafo de esta sección se realiza una suposición errónea acerca de la muerte de individuos en ríos (en distintas etapas de desarrollo, luego del desove o sin desovar), sin referirse a la especie *Salmo salar*, ya que como se dijo previamente, esto no ocurre con esta especie ni menos en el hemisferio sur. Se presume que el informe del IFOP tomó esta idea de lo que ocurre en el hemisferio norte, donde existe una incorporación de nutrientes importantes a los ríos una vez que mueren, nutriendo al sistema ecológico (Kohler et al., 2012), o bien por lo referido según Montory et al. (2010)⁹ que estudió la presencia de PCBs y PBDEs en ejemplares libres de salmón Chinook al norte de la Patagonia, no en salmón del Atlántico. Lo que no da lugar para el caso de ejemplares escapados de *Salmo salar*. Además, el informe toma como referencia a dos publicaciones¹⁰ que analizaron muestras obtenidas en ejemplares o productos de salmón del Atlántico, dando como resultados niveles bajos de los compuestos analizados y dentro de la norma, como también se sugiere futuros monitoreos.


⁷ Milewski, I. (2001). Impacts of salmon aquaculture on the coastal environment: a review. In MF Tlusty, DA Bengston, HO Halvorson, SD Oktay, JB, Pearce and RB Rheault Jr., (eds). Marine aquaculture and the environment: A meeting for stakeholders in the Northeast. Cape Cod Press, Falmouth, MA (pp. 166-197).

⁸ Buschmann, A. H., Riquelme, V. A., Hernández-González, M. C., Varela, D., Jiménez, J. E., Henríquez, L. A., ... & Filún, L. (2006). A review of the impacts of salmonid farming on marine coastal ecosystems in the southeast Pacific. ICES Journal of Marine Science, 63(7), 1338-1345.

⁹ Montory, M., Habit, E., Fernandez, P., Grimalt, J. O., & Barra, R. (2010). PCBs and PBDEs in wild Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in the Northern Patagonia, Chile. Chemosphere, 78(10), 1193-1199.

¹⁰ Montory, M., & Barra, R. (2006). Preliminary data on polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in farmed fish tissues (*Salmo salar*) and fish feed in Southern Chile. Chemosphere, 63(8), 1252-1260.

Berntssen, M. H., Måge, A., Julshamn, K., Oeye, B. E., & Lundebye, A. K. (2011). Carry-over of dietary organochlorine pesticides, PCDD/Fs, PCBs, and brominated flame retardants to Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fillets. Chemosphere, 83(2), 95-103.

	Observaciones Informe IFOP
	Escape de <i>Salmo salar</i> centro Punta Redonda


En el siguiente párrafo del informe de IFOP, se realizan suposiciones de que la especie lograría completar su ciclo reproductivo y generar descendencia. Esta última idea se contradice señalando, en el mismo informe del IFOP, que no existe asilvestramiento de esta especie y que genéticamente todo *Salmo salar* escapado y luego recapturado proviene de centro de cultivo¹¹.

El último párrafo de esta sección se basa en su mayoría en afirmaciones descritas en la Tesis de Grado de Orellana (2010), la cual no está validada como una publicación científica, por lo tanto carecen de confiabilidad. Se comenta la depredación de salmónidos sobre peces nativos en ríos, sin referirse a *Salmo salar*. Además, señala que las posibles larvas y juveniles de esta especie se alimentan de larvas de insectos y crustáceos, y que a su vez estas son depredadas por otros salmónidos. Situación que no va a lugar, ya que se ha establecido reiteradas veces que no hay registros de asilvestramiento de *Salmo salar* en Chile, ni menos un estudio de la dieta de larvas y juveniles de “posibles” individuos escapados (que solo se alimentan de pellets) en ríos chilenos. Al mismo tiempo, en la última oración del párrafo, hay una referencia sobre el puye grande (*Galaxias platei*) que culpa la disminución en la población en 99% por la introducción de salmónidos, citando a una página web de Terram¹². Esta cita deshonra la profesión de un biólogo marino con formación científica, ya que proviene de un resumen de una página web realizada por un periodista que al parecer no leyó la publicación, interpretó erróneamente o no supo traducir del documento original, el cual proviene de Vera-Escalona et al. (2019)¹³, autores respetados en el ámbito nacional, donde se señala correctamente que hay baja diversidad genética de puye grande (*Galaxias platei*) de agua dulce sin la interacción con salmónes versus con interacción con salmónes (sin indicar a *Salmo salar*), y que realizando simulación hacia atrás en 100 años se puede explicar en un 99% esta diferencia por la reducción de la población.

¹¹ El texto dice textualmente: “Cabe destacar que no existen evidencias de poblaciones reproductivas de *Salmo salar*, no existen registros de desove y la presencia de individuos juveniles solamente se restringe a ríos donde existe cultivos de esta especie, por lo que corresponderían a juveniles escapado desde los centros (Orellana, 2010). Adicionalmente, análisis genético de ancestría basado en SNP’s (Polimorfismo de un solo nucleótido) realizado en ejemplares de *Salmo salar* capturados entre las regiones de la Araucanía y Magallanes, sugieren que los individuos de vida libre están emparentados con a individuos que conforman las poblaciones de cultivo más comunes por la industria salmonera de Chile (IFOP, 2017)”

¹² <https://www.terram.cl/2019/04/estudio-determina-preocupante-efecto-de-salmones-sobre-especie-nativa-del-sur-de-chile/>

¹³ Vera-Escalona, I., Habit, E., & Ruzzante, D. E. (2019). Invasive species and postglacial colonization: their effects on the genetic diversity of a Patagonian fish. *Proceedings of the Royal Society B*, 286(1897), 20182567.

	Observaciones Informe IFOP
	Escape de <i>Salmo salar</i> centro Punta Redonda

Sección 3: Conclusiones

Las conclusiones del informe de IFOP están basadas en estudios existentes en ecosistemas europeos y norteamericanos (donde los salmones se distribuyen de forma nativa) y no en estudios en aguas chilenas.

Según el informe del IFOP los daños a corto plazo (días a semanas de transcurrido el escape) serían:

- “Los individuos de *Salmo salar* actuarían como depredadores de especies nativas marinas que constituyen recursos hidrobiológicos locales”.

Es afirmación es falsa, no hay registros científicos que avalen esta hipótesis, es más, como se señaló previamente, el análisis de contenido estomacal realizado en un estudio chileno mostró estómagos vacíos seguido con un alto porcentaje de pellet (Soto *et al.*, 2001).

Aún más, el salmón del Atlántico es la especie que mayor número de escapes ha tenido en Chile en los últimos 30 años, por lo que si tuviera capacidad de colonizar ya se encontraría en mar y ríos, por lo mismo, sería muy frecuente de encontrar en la pesca deportiva, situación que no ha ocurrido.


- “La mortalidad masiva de individuos originaria el ingreso de nutrientes y compuestos como antibióticos y pesticidas, en el hábitat bentónico causando alteraciones en los ciclos biogeoquímicos y en funcionamiento de las comunidades bentónicas”.

Una vez muertos los salmones existe un ingreso extra de nutrientes a los sistemas bentónicos, el cual es consumido por depredadores secundarios, por ejemplo crustáceos, sin embargo no hay estudios ecosistémicos relacionados con este tema.

- “*Salmo salar* podría introducir patógenos en los ecosistemas donde es liberado, y alterar patrones de enfermedades, pudiendo convertirse en patrones de enfermedades virales, bacterianas y/o parasitarias”.

Este tópico no fue desarrollado en el documento ya que es sólo una hipótesis y no existe comprobación a través de estudios científicos. Se recuerda que los salmones viven en jaulas en el ecosistema marino y que este riesgo está latente tanto en salmones de cultivo, como escapados y/o introducidos.

- Incremento de abundancia de individuos libres de *Salmo salar*, conllevaría a una mayor oferta alimenticia para depredadores como lobos de mar, aumentando la abundancia de esta especie de mamífero y con esto la probabilidad de ataque a jaulas.

	Observaciones Informe IFOP
	Escape de <i>Salmo salar</i> centro Punta Redonda

Este tópico tampoco fue desarrollado en el documento y presenta graves contradicciones. Se ha demostrado con datos de Sernapesca¹⁴ que posterior al escape de salmones el número de ataques por lobos marinos al centro de cultivo se redujo, debido a que éstos estaban depredando a los salmones en el ambiente libre. Concluyendo que si hay salmones libres desorientados en agua abierta, los lobos se alimentan de éstos.


Por otro lado, el informe del IFOP nombra cuatro daños a mediano y largo plazo¹⁵, los cuales son erróneos ya que para todos ellos es necesario asumir que los ejemplares de *Salmo salar* logran formar poblaciones asilvestradas, hecho que está comprobado que no sucede en Chile, como se ha señalado.

Es más, históricamente se han efectuado intentos de formar poblaciones auto-sustentables de salmón del Atlántico, a principios del siglo XX (1905 y 1910), con algunos éxitos, sin embargo a 1950, los salmones se consideran raros o ausentes (MacCrimmon and Gots, 1979). Esto último ratifica que esta especie a nivel mundial no es apta para el asilvestramiento en cuerpos naturales de agua exóticos y se recomienda por lo tanto la actividad de acuicultura para la crianza (MacCrimmon and Gots, 1979). **A nivel mundial no se tiene conocimiento de**

¹⁴ ORD./DSA/ N° 134973, obtenido de Sernapesca vía transparencia. De éste se concluye que hay una drástica disminución de las mortalidades que producen los lobos marinos sobre los salmones la segunda semana de julio, lo que coincide con la fecha de la contingencia el 5 de julio del 2018. También se observa que el aumento de las mortalidades alcanzó un nuevo *peak* en la cuarta semana de septiembre, indicando que durante 10 semanas, lobos marinos se alimentaron de salmones que nadaban libremente, en especial en las dos primeras semanas posteriores a la contingencia.

¹⁵ Los cuatro daños a mediano y largo plazo:


- 1) Bajo el supuesto de que los individuos de *Salmo salar* ingresan a los ríos con una mayor conectividad con el Seno y Estero de Reloncaví, para desovar y culminar su periodo reproductivo, se esperan efectos deletéreos sobre los peces nativos (e.g. los galáxidos *Galaxias platei* y *Aplochiton zebra*) ya sea como consecuencia de depredación directa o favoreciendo a otros salmónidos ictiófagos (i.e. *Oncorhynchus mykiss* o trucha arcoiris), como resultado de exclusión competitiva por hábitat, o alterando las características del hábitat.
- 2) Luego del periodo reproductivo de los salmónidos, los individuos mueren generando importantes entradas de nutrientes proveniente de los cadáveres de los salmones (siendo el fósforo el más relevante en ríos) y contaminantes (e.g. compuestos orgánicos persistentes), compuestos que pueden alterar el funcionamiento, el grado de conservación y la calidad del agua de los ríos, especialmente aquellos que constituyen la fuente de agua potable en poblados costeros, que albergan especies en algún estado de conservación o que se encuentran dentro del SNASPE.
- 3) Los ecosistemas marinos y estuarinos del Seno y Estero de Reloncaví, y los ecosistemas dulceacuícolas cuyos ríos desembocan en esta área, se encuentran en un alto riesgo de invasibilidad asociado a la intensa presión de propágulo que experimentan debido a los frecuentes escapes de *Salmo salar*, y a los escasos atributos ecológicos de las comunidades receptoras para resistir las invasiones de salmónidos.
- 4) Si bien, *Salmo salar* no exhibe evidencias de asilvestramiento en Chile, existiría una alta probabilidad de que la especie logre reproducirse, establecer poblaciones y luego convertirse en una nueva especie exótica debido al gran número de individuos libres como consecuencia de los escapes, y a los atributos ecológicos de las poblaciones de peces nativos presentes en el área que no muestran mecanismos de resistencia frente a este tipo de especies invasoras.

	Observaciones Informe IFOP
	Escape de <i>Salmo salar</i> centro Punta Redonda

asilvestramiento del salmón del Atlántico fuera de su rango natural, la razón aún sigue siendo un misterio (OECD Environment, 2017).

Para el caso de Chile, diversos autores señalan que en la actualidad no existen poblaciones auto-sustentables ni asilvestradas, ya que no se han encontrado juveniles en ríos ni esteros de agua dulce, como tampoco registro de desoves (Soto *et al.*, 2006; Thorstad *et al.*, 2008; Sepúlveda, Farías and Soto, 2009). Esto mismo es sustentado por la cita de Orellana (2010), descrito en el informe del IFOP, donde se indica que no existen registros de desove y la presencia de individuos juveniles solamente se restringe a ríos donde existe cultivo de esta especie, por lo que corresponderían a juveniles escapados desde los centros.

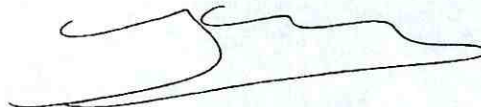
Una posible explicación a la ausencia de peces asilvestrados en Chile se puede deber a la biología intrínseca de la especie. Los salmones del Atlántico en estado silvestre en el hemisferio norte presentan una memoria genética y una distinción olfatoria que les permite regresar a su lugar de origen (Hasler and Scholz, 1983). Por otro lado, los salmones del Atlántico producidos en pisciculturas (Chile) no tienen esta memoria genética o distinción olfatoria, debido al origen de su producción (Gross, 1998), la cual lleva 20 años en Chile, por lo que al parecer la han perdido o no se encuentra activa.

	Observaciones Informe IFOP
	Escape de <i>Salmo salar</i> centro Punta Redonda


3 CONCLUSIONES

Finalmente se puede concluir que el informe de IFOP:

- Se omite bibliografía relevante sobre el ecosistema marino chileno, tomando como referencia estudios realizados en otros hemisferios y desarrolla conclusiones sin haberlas nombrado en el documento. Además, malinterpreta algunas publicaciones científicas, perdiendo seriedad en las afirmaciones planteadas.
- En la historia de la salmonicultura en Chile, la especie *Salmo salar* es la que ha reportado el mayor número de escapes, por lo que si tuviera capacidad de colonizar ya se encontraría en ríos y por lo mismo sería muy frecuente de encontrar en la pesca deportiva, situación que no ha ocurrido en Chile.
- **Informes de IFOP de "Evaluación y Seguimiento de la Situación Sanitaria de Especies Silvestres y Ferales en Agua Dulce y Mar"**, han reportado durante cuatro años mínimas tasas de capturas, contradiciendo el supuesto de asilvestramiento que se plantea en los efectos en el mediano y corto plazo, situación nombrada en varias partes del documento.



Ismael Cáceres Montenegro
 Biólogo Marino y Master en Environmental Management
 Jefe de Proyectos y Coordinador Área Biótica

	Observaciones Informe IFOP
	Escape de <i>Salmo salar</i> centro Punta Redonda

4 BIBLIOGRAFÍA

Abrantes, K. G. *et al.* (2011) 'Do exotic salmonids feed on native fauna after escaping from aquaculture cages in Tasmania, Australia?', *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. Edited by M. Trudel. NRC Research Press , 68(9), pp. 1539–1551. doi: 10.1139/f2011-057.

Anderson, G. S. and Bell, L. S. (2014) 'Deep coastal marine taphonomy: investigation into carcass decomposition in the Saanich Inlet, British Columbia using a baited camera', *PLoS one*, 9(10), p. e110710. doi: 10.1371/journal.pone.0110710.

Gross, M. R. (1998) 'One species with two biologies: Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the wild and in aquaculture', *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. NRC Research Press Ottawa, Canada , 55(S1), pp. 131–144. doi: 10.1139/d98-024.

Hasler, A. D. and Scholz, A. T. (1983) *Olfactory Imprinting and Homing in Salmon: Investigations into the Mechanism of the Imprinting Process*. Springer Berlin Heidelberg. Available at: https://books.google.cl/books?id=EurwCAAAQBAJ&dq=genetic+memory+salmon&source=gb_s_navlinks_s (Accessed: 4 December 2018).


MacCrimmon, H. and Gots, B. (1979) 'World Distribution of Atlantic Salmon , *Salmo salar*', *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 36(4), pp. 422–457.

OECD Environment, H. and S. P. (2017) *Consensus document on the biology of Atlantic salmon *Salmo salar**. Available at: [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono\(2017\)64&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2017)64&doclanguage=en).

Kohler, A. E., Pearsons, T. N., Zendt, J. S., Mesa, M. G., Johnson, C. L., & Connolly, P. J. (2012). Nutrient enrichment with salmon carcass analogs in the Columbia River basin, USA: a stream food web analysis. *Transactions of the American Fisheries Society*, 141(3), 802-824.

Sepúlveda, M., Farías, F. and Soto, E. (2009b) 'Escapes de Salmones en Chile: Eventos, impactos, mitigación y prevención.', *WWF Chile*, (January), pp. 1–52. doi: 10.1007/s13398-014-0173-7.2.

Silva, N. (2008) 'Dissolved oxygen, pH, and nutrients in the austral Chilean channels and fjords', *Progress in the oceanographic knowledge of Chilean interior waters, from Puerto Montt to*

	Observaciones Informe IFOP
	Escape de <i>Salmo salar</i> centro Punta Redonda

Cape Horn., pp. 37–43. doi: 10.1046/j.1601-5215.2003.00051.x.

Schröder, V., and Garcia de Leaniz, C. 2010. Discrimination between farmed and free-living invasive salmonids in Chilean Patagonia using stable isotope analysis. *Biol. Invasions*, 13: 203–213

Soto; D., Arismendi; I., González; J., Sanzana; J., Jara; F., Jara;, C. L. and A (2006) 'Southern Chile , trout and salmon country : invasion patterns and threats for native species', *Water Resources*, pp. 97–117.

Soto, D., Jara, F. and Moreno, C. (2001) 'Escaped Salmon in the Inner Seas, Southern Chile: Facing Ecological and Social Conflicts', *Ecological Applications*, 11(6), pp. 1750–1762. doi: 10.1890/1051-0761(2001)01.

Thorstad, E. B. *et al.* (2008) *Incidence and impacts of escaped farmed Atlantic salmon Salmo salar in nature, Report from the Technical Working Group on Escapes of the Salmon Aquaculture Dialogue, NINA Special Report.* Available at: <http://www.fao.org/3/a-aj272e.pdf>.