

MINUTA RELATIVA A LA MORTALIDAD MASIVA DE SALMONES CAUSADAS POR FLORACIONES ALGALES NOCIVAS (FAN) EN LAS REGIONES DE LOS LAGOS Y AYSÉN

Abril 2021

1. Antecedentes de contexto

Una vez más la industria salmonera en el Sur de Chile se encuentra en un estado de desastre ambiental. El Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca) ha estado reportando la presencia de mortalidades masivas en centros de engorda de salmones, afectando valiosos ecosistemas marinos que involucran áreas protegidas tales como el Área Marina Costera Protegida Fiordo Comau-San Ignacio de Huinay en la región de Los Lagos, así como las aguas del Parque Nacional Isla Magdalena, el Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) Pitipalena-Añihue, la Reserva Forestal Las Guaitecas y el Santuario de la Naturaleza Estero de Quitrusco en Aysén, esto debido a la presencia de floraciones de algas nocivas (FAN).

A partir del día 1 de abril de 2021, Sernapesca comenzó a informar de mortalidades masivas de salmones. En el primer reporte diario¹ daba cuenta que desde el 27 de marzo, 6 centros de cultivos de salmónidos estarían afectados por FAN (Loncochagua, Leptepu, Porcelana, Cascada, Antepulli y Caleta Soledad), ubicados en la Agrupación de Concesiones (ACS) 17A de la región de Los Lagos, los cuales activaron sus planes de contingencias debido a la presencia de la microalga *Heterosigma akashiwo*. Tres de los centros, pertenecientes a la empresa Salmones Camanchaca, activaron sus planes de acción ante mortalidad masiva. La ACS 17A contaba con 17 centros de cultivo activos a la fecha del inicio del episodio FAN, pertenecientes a las empresas Ventisqueros, Salmones Camanchaca, Salmones Austral, Cermaq, Mowi y Caleta Bay, los que en conjunto alcanzaban una biomasa total activa de 24.107 toneladas.

En el comunicado oficial del 5 de abril², Sernapesca informó de mortalidades masivas de salmones, ya no en 6 (número de centros afectados al 1 de abril), sino que en 12 centros de cultivos de salmónidos ubicados en la ACS 17A de la región de Los Lagos, cifrando en alrededor de 1.300 las toneladas de salmones muertos debido a FAN en esa agrupación. En menos de 24 horas un nuevo reporte³ informó que ya no solamente la región de Los Lagos se encontraba afectada por un bloom de algas sino también la región de Aysén, donde 12 centros habrían activado sus planes de contingencia por mortalidad masiva, siete de ellos ubicados en las agrupaciones de concesiones (ACS) 32 y 33 de los canales Puyuhuapi y Jacaf. La principal causa de mortalidad de peces en dicha ACS está asociada a la presencia de las microalgas *Leptocylindrus danicus* y *Leptocylindrus minimus*.

¹ SERNAPESCA. *Sernapesca Informa Contingencia por Floraciones Algales Nocivas (FAN) en la ACS 17A de la región de Los Lagos* (1 de abril de 2021). Recuperada de: <http://www.sernapesca.cl/noticias/sernapesca-informa-contingencia-por-floraciones-algales-nocivas-fan-en-la-ac-17a-de-la>

² SERNAPESCA. *Sernapesca actualiza información de mortalidad por FAN en Los Lagos* (5 de abril de 2021). Recuperada de: <http://www.sernapesca.cl/noticias/sernapesca-actualiza-informacion-de-mortalidad-por-fan-en-los-lagos>

³ SERNAPESCA. *Sernapesca actualiza estado de las contingencias por mortalidad masiva en las regiones de Los Lagos y Aysén* (6 de abril de 2021). Recuperada de: <http://www.sernapesca.cl/noticias/sernapesca-actualiza-estado-de-las-contingencias-por-mortalidad-masiva-en-las-regiones-de>

El resto de los centros que habían indicado mortalidades masivas en Aysén están ubicados en las ACS 21A, 23C, 25, 27, 28B, y la mortalidad se debería principalmente a bajas de oxígeno, sin que exista información sobre la presencia de un bloom de microalgas. Las empresas que se encuentran afectadas son Cooke Aquaculture, Mowi, Aquachile, Yadrán, Multiexport, Granja Marina Tornagaleones y Cermaq. Al 6 de abril, un total de 24 centros de engorda de salmónidos (12 en Los Lagos y 12 en Aysén) presentaban mortalidades masivas.

Transcurridos ya 18 días desde el inicio del episodio FAN en Los Lagos y 9 días del inicio del episodio de florecimientos algales en la región de Aysén, la autoridad informó que un total de 15 centros de cultivos mantienen activos los Planes de Contingencias ante mortalidades masivas, 6 corresponden a la región de Los Lagos y 9 a la región de Aysén⁴. Asimismo, la mortalidad acumulada al 12 de abril de 2021 era de 5.595 toneladas considerando ambas regiones, de las cuales 3.076 correspondían a los centros afectados en la región de Los Lagos, equivalente al 12,7% de la biomasa activa en las ACS afectadas, y 2.519 toneladas a los de la región de Aysén, correspondiente al 2% de la biomasa activa en las ACS afectadas. Del total de la mortalidad informada por Sernapesca, al día 11 de abril de 2021 según la autoridad acuícola se habrían retirado un aproximado de 5.339 toneladas (2.825 toneladas en la región de Los Lagos y 2.514 toneladas en la región de Aysén), es decir, el 95% aproximadamente, lo que corresponde a un 3,5% total de la biomasa activa en las áreas afectadas.

De acuerdo a la información disponible en comunicados de prensa del Sernapesca, la mortalidad estaría siendo retirada a través de embarcaciones como pesqueros de alta mar (PAM), barcasas con bins o wellboats sin recirculación (circuito cerrado) para evitar riesgos de diseminación de las microlagas en el transporte, además de algunos tramos que se están haciendo vía terrestre en camiones. La mortalidad es trasladada a plantas reductoras para su disposición final, ubicadas en la región de Biobío y Los Lagos, para elaboración de harina y aceite de pescado, pero **no existe información pública disponible donde se indique cuáles son las plantas reductoras de destino ni la cantidad de toneladas a recibir por cada una**, existiendo solamente escueta información general en la página del Sernapesca, donde se menciona que del total de la mortalidad generada por esta contingencia, al día 7 de abril, se habría retirado desde los centros de cultivo alrededor del 70% de dicha mortalidad, enviada a plantas reductoras en la Región de Los Lagos principalmente⁵.

Un ejemplo claro de que no existe una adecuada y oportuna fiscalización de las autoridades sectoriales respecto a las maniobras de retiro y traslado de las mortalidades quedó de manifiesto cuando a través de imágenes difundidas por redes sociales se pudo apreciar que una embarcación de la empresa salmonera Camanchaca succionaba mortalidad en total estado de descomposición, vertiendo el agua con sangre al mar, con todas las consecuencias ecológicas

⁴ SERNAPESCA. *Sernapesca: Se ha retirado un 95% de mortalidad por contingencia FAN* (12 de abril de 2021). Recuperada de: <http://www.sernapesca.cl/noticias/sernapesca-se-ha-retirado-un-95-de-mortalidad-por-contingencia-fan>

⁵ SERNAPESCA. *Sernapesca Biobío activa operativo ante llegada de mortalidad de salmones de la zona sur austral, a planta de proceso* (8 de abril de 2021). Disponible en: <http://www.sernapesca.cl/noticias/sernapesca-biobio-activa-operativo-ante-llegada-de-mortalidad-de-salmones-de-la-zona-sur>

que ello implica⁶. Por otra parte, esta misma empresa Camanchaca, hasta el 12 de abril, aún mantenía un saldo de 423.746 peces muertos en el centro de engorda ubicado en bahía Porcelana dentro de las jaulas y en avanzado estado de descomposición, quedando por retirar una biomasa de 1.056 toneladas⁷. La SMA se había pronunciado dando un nuevo plazo de 24 horas a la empresa (desde que se constató el retraso) para efectuar el retiro y disposición final en una planta reductora certificada, plazo que dicha empresa tampoco cumplió.

Sernapesca además autorizó el traslado de peces vivos desde centros de cultivos que se encuentran en zonas afectadas a zonas libres de FAN, sin indicar los centros de cultivo ni las ACS donde estarían siendo trasladados dichos ejemplares, así como tampoco las medidas de bioseguridad que se estarían adoptando para efectuar dichos traslados. Según la autoridad, al 12 de abril en la región de Los Lagos se han trasladado 5.896.277 ejemplares y en la región de Aysén 1.228.220 ejemplares, autorizándose la cosecha de un total de 1.331.435 peces. Respecto a estos traslados, tampoco se ha informado la cantidad de toneladas que representan como tampoco el peso aproximado de los peces, mismas deficiencias de información que se presentan en el caso de las cosechas anticipadas.

Cabe recordar que, en 2016, también producto de floraciones algales nocivas, en solo dos semanas aparecieron 40 mil toneladas de salmones muertos en Chiloé, tras lo cual la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante (Directemar), así como el Sernapesca, autorizaron el vertimiento de 9 mil toneladas de esta especie exótica en el mar “por razones de fuerza mayor”, sin tener claridad sobre los impactos que ello provocaría en el ecosistema marino.

2. Características ecosistémicas de los Fiordos de la Patagonia chilena

La gran mortalidad de salmones que se ha generado en los últimos días en el Fiordo Comau y los Canales Puyuhuapi y Jacaf se debe principalmente a la falta de oxígeno en el agua. Esto en parte es consecuencia de floraciones algales, las que ocurren debido a que especies de microalgas presentes en el plancton bajo ciertas condiciones climáticas y la presencia de nutrientes generan las condiciones adecuadas para la proliferación desmesuradas de microorganismos fotosintetizadores o mixótrofos⁸ acuáticos, que tienen lugar en lapsos relativamente cortos. Constituyen eventos naturales de desbalance de la dinámica poblacional de una o dos especies del fitoplancton, que en tanto y cuanto nocivas, provocan impacto negativo a nivel de ecosistemas y, en consecuencia, afectan estructuras sociales, sanitarias, políticas y económicas específicas de un país o región⁹ (Luxoro, 2018).

⁶ EL DINAMO. *Investigan a Salmones Camanchaca por supuesto vertimiento de peces muertos al océano* (12 de abril de 2021). Recuperado de: <https://www.eldinamo.cl/pais/2021/04/12/investigacion-empresa-salmones-camanchaca-por-presunto-vertimiento-salmones-muertos-al-océano/>

⁷ BIOBÍO CHILE. *Salmones Camanchaca no cumplió plazo de la SMA para retirar peces muertos en región de Los Lagos* (12 de abril de 2021). Recuperada de: <https://www.biobiochile.cl/especial/aqui-tierra/noticias/2021/04/12/salmones-camanchaca-no-cumplio-plazo-de-la-sma-para-retirar-peces-muertos-en-region-de-los-lagos.shtml>

⁸ Mixótrofos: organismos que obtienen su energía alternativamente, tanto a partir de fotosíntesis como alimentándose de otros organismos.

⁹ Luxoro, Carolina. 2018. *Historia del Huirihue en Chile. Florecimientos Algales Nocivos*. Fundación Terram. Disponible en: https://www.terram.cl/descargar/recursos_naturales/salmonicultura/app_-_analisis_de_politicas_publicas/APP-68-Historia-del-Huirihue-en-Chile-Florecimientos-Algales-Nocivos.pdf

Esta reproducción acelerada de algas unicelulares aumenta rápidamente su densidad (células/ml), formando una densa biomasa, aumentando su toxicidad y disminuyendo el oxígeno disponible en el agua, lo que genera que los peces mueran. Se habla de FAN cuando el florecimiento sobrepasa un determinado umbral, ya sea en la densidad de una o dos especies potencialmente nocivas del fitoplancton y/o en la concentración de toxina(s) específica(s), producida por dichas especies, en el agua¹⁰. Las tres especies antes referidas presentes a la fecha en los eventos FAN de las regiones de Los Lagos y Aysén están descritas en la literatura como ictiotóxicas, es decir, tóxicas para los peces. Es altamente preocupante que estos eventos se sigan repitiendo en el tiempo y principalmente que ocurran en ecosistemas tan particulares y únicos como son los fiordos de la Patagonia chilena, en los cuales existe una valiosa biodiversidad.

Los fiordos son estuarios resultantes de la erosión glacial, por el avance y retroceso de los hielos sobre el continente¹¹. La topografía resultante de esta erosión fue ocupada por el mar al ir retrocediendo los hielos a fines de la última glaciación, formando una morfología compleja de canales, con un gran número de islas e islotes¹².

La Patagonia chilena, conformada por las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes, es una de las áreas de fiordos más extensas del planeta, extendiéndose desde 41,51°S (Fiordo Reloncaví) hasta 55,91°S (Cabo de Hornos) cubriendo 240.000 km², compuesto de archipiélagos, penínsulas, fiordos y canales que están actualmente expuestos a perturbaciones naturales y antropogénicas^{13 14}). La principal perturbación en estos ecosistemas que cuentan con una gran biodiversidad de especies nativas y/o endémica, se originaría producto de la actividad humana, como la acuicultura, el turismo o los tracks de navegación, entre otros.

Los fiordos, se caracterizan por tener menor tasa de recambio de aguas que otros sitios donde se cultivan salmones, lo que provoca la acumulación de nutrientes e importantes bajas de oxígeno, escenario que facilitaría el incremento de algas nocivas y afectación en la rica biodiversidad marina de estos particulares ecosistemas.

En el caso del Área Marina Costera Protegida Fiordo Comau-San Ignacio de Huinay, ubicado en la comuna de Hualaihué, provincia de Palena, esta tiene por finalidad establecer una modalidad de conservación *in situ* de la biodiversidad del sector, promoviéndose en dicha zona sólo aquellas actividades de índole científica, ecológica, arqueológica, cultural y educativa¹⁵. En este sentido, **llama enormemente la atención que exista un total de 28 concesiones de**

¹⁰ Ibid.

¹¹ Syvitski, J., D. Burrell & J. Skei. 1987. Fjords: Processes and products. Springer – Verlag. New York Inc., USA, 380 pp.

¹² Paskoff, R. 2010. Geomorfología costera. Díaz Naveas, J. & J. Frutos (Eds.) 2010. Geología Marina de Chile. Comité Oceanográfico Nacional de Chile - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso - Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile, 115 pp.

¹³ Pantoja, S., J. Iriarte & G. Daneri. 2011. Oceanography of the Chilean Patagonia. Cont. Shelf Res., 31: 149 – 153.

¹⁴ Castillo, M., U. Cifuentes, O. Pizarro, L. Djurfeldt & M. Cáceres. 2016. Seasonal hydrography and surface outflow in a fjord with a deep sill: the Reloncaví fjord, Chile. Ocean Sci., 12: 533 – 544.

¹⁵ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. *Registro Nacional de Áreas Protegidas*. Disponible en: <http://bdnap.mma.gob.cl/buscador-rnap/#/ficha?ficha=WDPA-006>

acuicultura otorgadas¹⁶ en la ACS 17A dentro del Fiordo Comau, lo que es al menos una contradicción respecto a los objetivos de conservación definidos por la autoridad ambiental.

También se perciben los efectos del cambio climático con relación a los fiordos, ya que la disminución de las precipitaciones trae consigo un menor aporte de agua dulce en fiordos y canales, lo que produce la alteración de las características físico químicas de los cuerpos de agua con un incremento de la salinidad y, con ello, cambios en la hidrodinámica de los fiordos que generalmente reciben importantes flujos de agua dulce. El ingreso de agua dulce desde los ríos es uno de los factores más relevante para el recambio de masas de agua en los fiordos, y en este sentido, la reducción en el ingreso de agua dulce tendrá un mayor impacto en un cuerpo de agua como estos con mayor tasa de retención¹⁷. También, el aumento de la luminosidad y la temperatura superficial del mar producto del cambio climático es propicia para la fotosíntesis y con ello se incrementa la productividad de las microalgas en los fiordos. Además, en otoño es muy habitual la presencia de viento sur, lo que puede generar oleaje y mover el agua a más profundidad y mejorar la capacidad de las microalgas de crecer exponencialmente porque elevan la captación de nutrientes del agua y de gases que necesitan para reproducirse¹⁸. Sin embargo, **la presencia e intensidad de FAN, solo es posible con una adecuada carga de nutrientes en la zona, por lo que responsabilizar al cambio climático de estos fenómenos sin considerar la carga de nutrientes que proveen al sistema el cultivo de salmónidos es eludir una parte del problema.**

La gran biomasa de salmones autorizada para cosecha en estos sectores, se considera entonces como un factor de riesgo que, al menos, coadyuva al incremento de FAN, ya que supone una alta carga de nutrientes al medio, como fósforo, nitrógeno o compuestos carbonados. La presencia de FAN también se considera un factor de sensibilidad puesto que, si ya hubo mareas rojas, es altamente probable que hayan quedado en el ecosistema las esporas o cistos de las microalgas, las cuales perduran inactivas por periodos de tiempo más o menos largos y que bajo las condiciones adecuadas generan un crecimiento rápido y desmedido como son los blooms de algas o FAN, por lo tanto, no se debería autorizar actividades industriales allí.

El Ministerio del Medio Ambiente, conjuntamente con científicos expertos en ecología, oceanografía y cambio climático, implementaron una plataforma virtual “Mapa de Riesgo Climático”¹⁹. Para ello, evaluaron variables de amenazas frente a la disminución de precipitaciones, exposición frente a los niveles productivos (biomasa), sensibilidad a factores

¹⁶ SUBPESCA. Listado de concesiones de acuicultura de salmónidos por agrupación de concesiones en las regiones X, XI y XII (enero 2021). Disponible en: <https://www.subpesca.cl/portal/619/w3-article-103129.html>

¹⁷ Soto, D., León-Muñoz, J., Soria-Galvarro, Quiñones, y S. Marin. 2020. *Propuesta de indicadores ecosistémicos para el desempeño ambiental de la salmonicultura en cuerpos de agua de los mares interiores del sur de Chile*. Informe científico, Centro Interdisciplinario para la Investigación Acuícola (INCAR) y WWF Chile. Concepción Octubre 2020. Disponible en: <https://www.incar.cl/wp-content/uploads/2020/11/Propuesta-de-Indicadores-Ecosist%C3%A9micos-para-el-desempe%C3%B1o-ambiental-de-la-salmonicultura-en-su-fase-de-engorda.pdf>

¹⁸ Opinión del Dr. Alejandro Buschmann en DIARIO FINANCIERO. *Expertos explican la floración de algas nocivas que causó la muerte masiva de peces en el sur* (8 de abril de 2021). Recuperada de: <https://www.df.cl/noticias/df-lab/cambio-climatico/expertos-explican-la-floracion-de-algas-nocivas-que-causo-la-muerte/2021-04-07/190356.html>

¹⁹ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Atlas de Riesgos Climáticos. Disponible en: https://arclim.mma.gob.cl/atlas/view/acuicultura_f_salmon_fan/

físicos, biológicos y químicos y, por último, el riesgo de perder biomasa (cosecha) debido al incremento de FAN como resultado de la reducción de precipitaciones. El análisis se hizo en 69 agrupaciones de concesiones de salmones (ACS) ubicadas en las regiones de Los Lagos, Aysen y Magallanes. **En el caso particular de la ACS 17A emplazada en el Fiordo Comau, el estudio arrojó que en todas las variables el nivel de Amenaza es Alto o Muy Alto**, (siendo los niveles de menor a mayor como sigue: Muy Bajo, Bajo, Moderado, Alto y Muy Alto). Esta información es altamente preocupante y relevante a la vez, ya que, confirma el hecho de lo inconveniente que es, desde el punto de vista ecosistémico, producir salmones dentro de fiordos y canales cerrados como el caso de Comau.

3. Preocupaciones e interrogantes

Los eventos de FAN, como los que actualmente afectan a ecosistemas de fiordos y canales en las regiones de Los Lagos y Aysén, contribuyen a reafirmar la idea de que **los fiordos no son zonas aptas para el desarrollo de la salmonicultura, por ser ecosistemas únicos especialmente vulnerables a la variabilidad climática**, pero respecto de los cuales no se han realizado estudios de capacidad de carga, a lo que se suma el hecho de que la aprobación de proyectos de cultivo de salmones o el aumento de su biomasa se ha realizado prácticamente en su totalidad sin siquiera contar con Estudios de Impacto Ambiental (EIA), con las consecuencias que ello implica.

Por otro lado, durante el inicio de la contingencia, el 27 de marzo de 2021, Sernapesca ha autorizado el traslado de miles de toneladas de salmones sobrevivientes desde las zonas afectadas a otras que estarían libres de FAN, lo cual supone una gran problemática, ya que podría producirse lo que se conoce como “contaminación cruzada”, al eventualmente encontrarse en el agua de los barcos de traslado algas nocivas aún activas (vivas), o esporas (cistos) que luego podrían provocar una nueva crisis en sitios que hoy se encuentran libres de FAN. El autorizar trasladar tantos peces entre áreas con diferente estatus sanitario, profundiza la sobrecarga sobre los cuerpos de agua, aunque sea en zonas sin FAN, lo que muestra que solo se traslada el problema geográficamente, privilegiando la posibilidad de dar una solución productiva a las empresas en desmedro del ecosistema marino.

La normativa en casos de mortalidades masivas por eventos de FAN debería obligar a las empresas a la cosecha inmediata de los salmones sobrevivientes y definir el área como de riesgo y posteriormente caducar la concesión. Es necesario proteger estos valiosos ecosistemas de fiordos y canales y sacar definitivamente la salmonicultura de las áreas protegidas y zonas aledañas a estas.

A partir de los antecedentes expuestos en este documento sobre la escasa información entregada por los organismos fiscalizadores respecto a si las mortalidades están siendo retiradas siguiendo los protocolos de bioseguridad que existen para ello, y, cuáles y cuántas son las plantas reductoras que están recepcionando las mortalidades, queda la incertidumbre de la real capacidad de respuesta de la industria frente a la disposición biosegura de la mortalidad en plantas reductoras certificadas para esos efectos, en vista del potencial impacto ecosistémico sobre las diversas áreas protegidas aledañas a todos estos centros de cultivo.

Nos parece extremadamente preocupante que no exista información pública y detallada disponible respecto a las actividades que se realizan en los centros de engorda, a la que en general

solo se puede acceder por la vía de Ley de Transparencia y, por ende, la mayoría de las veces con un tiempo de desfase considerable. En el caso particular de esta contingencia de FAN en el Fiordo Comau y Canales Puyuhuapi y Aysén, la información entregada por las autoridades sectoriales resulta insuficiente pues carece de mayores antecedentes sobre los manejos sanitarios y ambientales que se deberían estar efectuando por parte de las empresas involucradas para contener el desastre, así como también de acceso público a los Planes de Acción ante Contingencias y su nivel de cumplimiento por empresa y barrio productivo (ACS), como también sobre el nivel de cumplimiento efectivo de los plazos de retiro y disposición final de las mortalidades de salmones, entre otros aspectos.

Respecto al cumplimiento de los plazos máximos de retiro de las mortalidades desde los centros de cultivo hacia las plantas reductoras, queda de manifiesto que estos no se han cumplido como establece la normativa ambiental y que debería además estar estipulado claramente en los planes de contingencia que correspondería que las empresas tuvieran desde el año 2017. En este sentido, nos parece impresentable que la empresa Camanchaca se excuse frente a la SMA de no retirar toda la mortalidad señalando o aduciendo un impedimento físico. Nos preguntamos: ¿por qué se están cultivando tales niveles de biomasa en ecosistemas sensibles como el Fiordo Comau donde los episodios FAN son cada vez más recurrentes?, ¿la empresa entonces no cuenta con la capacidad de gestión ante estos eventos?, ¿serían motivos razonables para caducar la concesión o limitar la siembra de este tipo de empresas que se comportan irresponsablemente? Se suma a esto la incapacidad de las autoridades sectoriales de fiscalizar adecuadamente, al no contar con los recursos frente a una industria que crece desproporcionadamente, con un gran número de centros de cultivo operando simultáneamente entre las regiones de Los Lagos y Magallanes.

Todo lo anterior releva, una vez más, la urgente necesidad de que las autoridades políticas con competencias regulatorias y fiscalizatorias atiendan al escenario de cambio climático que atravesamos al momento de adoptar decisiones públicas, pues todo indica que este tipo de eventos tendrá cada vez mayor alcance y recurrencia. En este sentido, **una de las formas de atender esta problemática sería impulsando la discusión de dos proyectos de ley que se encuentran en actual tramitación en el Senado (Boletines N° 12.605-21 y 12.634-12), que modifican sustancialmente la regulación de la acuicultura en Chile y, en especial, de la salmonicultura, en el sentido de establecer normas ambientales y de adaptación al cambio climático para esta actividad, los cuales no han presentado movimiento desde el año 2019.**

Bibliografía

- Buschmann, A., B. A. Costa-Pierce, S. Cross, J. L. Iriarte, Y. Olsen, and G. Reid. 2007. Nutrient Impacts Of Farmed Atlantic Salmon (*Salmo Salar*) On Pelagic Ecosystems And Implications For Carrying Capacity. *Salmon Aquaculture Dialogue*, WWF.
- Castillo, M., U. Cifuentes, O. Pizarro, L. Djurfeldt & M. Cáceres. 2016. Seasonal hydrography and surface outflow in a fjord with a deep sill: the Reloncaví fjord, Chile. *Ocean Sci.*, 12: 533 – 544.
- Iriarte, J., H. González & L. Nahuelhual. 2010. Patagonian fjord ecosystems in southern Chile as a highly vulnerable region: Problems and needs. *AMBIO*, 39 (7): 463 – 466.
- Luxoro, Carolina. 2018. Historia del Huirihue en Chile. *Florecimientos Algaes Nocivos*. Fundación Terram.
- Pantoja, S., J. Iriarte & G. Daneri. 2011. Oceanography of the Chilean Patagonia. *Cont. Shelf Res.*, 31: 149 – 153.
- Paskoff, R. 2010. Geomorfología costera. Díaz Naveas, J. & J. Frutos (eds) 2010. *Geología Marina de Chile*. Comité Oceanográfico Nacional de Chile - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso - Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile, 115 pp.
- Soto, D., León-Muñoz, J., Soria-Galvarro, Quiñones, y S. Marin. 2020. Propuesta de indicadores ecosistémicos para el desempeño ambiental de la salmonicultura en cuerpos de agua de los mares interiores del sur de Chile. Informe científico, Centro Interdisciplinario para la Investigación Acuícola (INCAR) y WWF Chile. Concepción Octubre 2020.
- Syvitski, J., D. Burrell & J. Skei. 1987. *Fjords: Processes and products*. Springer – Verlag. New York Inc., USA, 380 pp.