



Minuta resumen Floración de Algas nocivas en Fiordo Comau, Abril 2021

Dr. Augusto Matamala Bezmalinović

Dr. Matías Garrido Valenzuela

Depto. Medio ambiente COLMED Puerto Montt

Las Floraciones Algales Nocivas (FAN) son proliferaciones de taxa de microalgas en aguas marinas o estuarinas que tienen un alto impacto en los niveles tróficos superiores y en especial en los ecosistemas acuáticos de la región sur-austral de Chile. Para prevenir los efectos negativos de eventos FANs, surge la necesidad de disponer de información básica sobre la abundancia y distribución de taxa nocivas, además de conocer los parámetros ambientales asociados a la ocurrencia de FANs.

La Región de Los Lagos comprende un gran ecosistema marino entre el Océano Pacífico y la Cordillera de Los Andes y contiene dos mares interiores, el mar interior de la isla grande de Chiloé y el Golfo del Reloncaví), además de múltiples archipiélagos, estuarios y fiordos. Las características geográficas de la región, con sus innumerables bahías, canales, islas y fiordos y la gran biodiversidad de la flora y fauna del mar, han servido desde hace muchos años como estímulo para el desarrollo de una gran industria pesquera y acuícola, incluyendo esta última a los salmonideos y mitílicos. **En la región se produce alrededor de 50% del salmón exportado por Chile, siendo el segundo país productor de este alimento con alrededor de 800.000 toneladas anuales (Noruega es el primero).** También, en la región de Los Lagos se produce el **80-90%** del pescado, el marisco y las algas consumidas en el país y exportadas; por lo que el área representa un relevante asiento industrial basado en la explotación del ecosistema marino y sus recursos.

La Región de Los Lagos ha experimentado FANs en el pasado reciente; sin embargo, la extensión, la intensidad y los niveles de toxicidad en los últimos años (Ej. Marea Roja 2016) aparecen como inusitados, impartándose a ellos características biológicas no vistas hasta ahora en la zona. Debido a que los FANs tienen la tendencia a

repetirse una vez que aparecen en un área, su potencial reaparición en la región plantea dudas acerca del futuro de las dos importantes actividades económicas (pesca y acuicultura) y el bienestar económico y la gobernabilidad del área.

En el ecosistema marino de esta región también se encuentran algas con toxinas diarreicas y otras que producen amnesia, las cuales también podrían dar origen a FANs en el futuro, agravando aún más la situación. Además, la región también ha experimentado en el pasado epidemias de diarrea por *Vibrio parahaemolyticus* que pudieran volver a repetirse. Una serie de nuevos patógenos bacterianos y virales de peces han aparecido también en la zona afectando negativamente a la acuicultura y la salud de las personas. Recientemente el mar de Los Lagos ha visto florecimientos de fragatas portuguesas que igualmente afectan negativamente a la pesca y a la recreación, y el área también ha experimentado inusitadas mortandades de ballenas. En resumen, pareciera que estos hechos indican que el extenso ecosistema marino de la Región de Los Lagos y regiones aledañas está sufriendo una importante inestabilidad y degradación ecológica.

El cambio climático con un fenómeno de El Niño intenso y el aumento de las temperaturas del mar han sido inculcados por estos fenómenos. Sin embargo, en la región, además existen otros desafíos que juegan un papel importante en estos procesos como son el exceso de nutrientes o **eutrofización en el mar** generado por la acuicultura del salmón y de mitílicos, la pesca excesiva y el uso permanente **en estos ambientes de antimicrobianos, antiparasitarios y una variedad de sustancias químicas usadas para prevenir y tratar enfermedades y evitar la incrustación de estructuras industriales por flora y fauna**. La acuicultura y la pesca han generado también importantes pérdidas de hábitats y disminuciones de la biodiversidad mediadas por ejemplo, **por el escape de salmones y la pesca excesiva de algunas especies que linda en su desaparición**.

La suma de estos procesos de degradación ambiental atenta contra la capacidad de equilibrio del ecosistema marino antes diversos desafíos y socavan su habilidad para prestar servicios como fuente sana de alimentos y su uso en la recreación. Pareciera ser que, como resultado de estos problemas, la Región de Los Lagos y la Patagonia chilena atraviesan un proceso de **degradación antropogénica** de los ecosistemas marinos que, con un trasfondo de calentamiento global, está generando una serie de problemas ecológicos que aumentan aún más el fenómeno. Estas interacciones dinámicas están generando la aparición de enfermedades que afectan la flora y fauna en el mar, y que

tienen el potencial de afectar negativamente la salud humana y las importantes actividades económicas de la región.

El Evento:

En las últimas semanas en el Fiordo Comau sucedió un florecimiento inusitado de una microalga denominada *Heterosigma akashiwo*. Según lo definido anteriormente, los florecimientos algales eran muy esperables este año ya que existe suficiente evidencia científica para demostrar que, a menores ingresos de agua dulce a los fiordos y con más días de luz, existe una alta probabilidad que ocurran FANs. Este año hemos tenido un verano con muy bajas precipitaciones por lo que la capa de agua dulce que lleva normalmente el fiordo en la superficie desaparece, mejorando las oportunidades para el plancton marino.

El fiordo Comau es un sistema casi cerrado que tiene solo una salida al océano, y las corrientes y mareas no logran un gran recambio de agua. Los nutrientes empiezan a acumularse y cuando las condiciones son tan favorables como las descritas, con alta radiación solar y altas temperaturas, suceden estos eventos. En este caso, *Heterosigma akashiwo* tiene un efecto nocivo directamente en las agallas de los peces generando la alta mortalidad de salmónidos. No obstante, en otros casos puede ser la simple sucesión de un crecimiento de zooplancton explosivo que logra consumir el oxígeno superficial, afectando de esa forma a organismos pelágicos y bentónicos. Estos eventos pueden ser potenciados o facilitados por los nutrientes de la salmonicultura o de otras fuentes, pero en este caso particular no existe evidencia directa de que sea la salmonicultura el evento causal, aunque no se puede descartar que sea un factor facilitador.

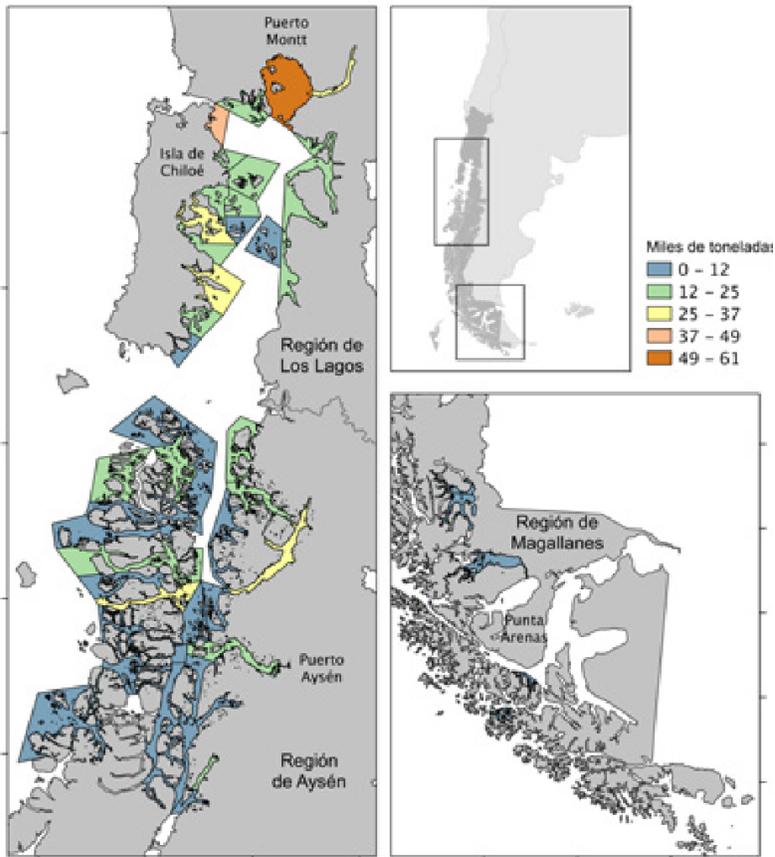


Figura 1. Áreas de cultivo de salmonídeos en la etapa de engorda. Con colores se señala la biomasa cosechada (toneladas promedio 2017-2018) por agrupación de concesión de salmonídeos (ACS)

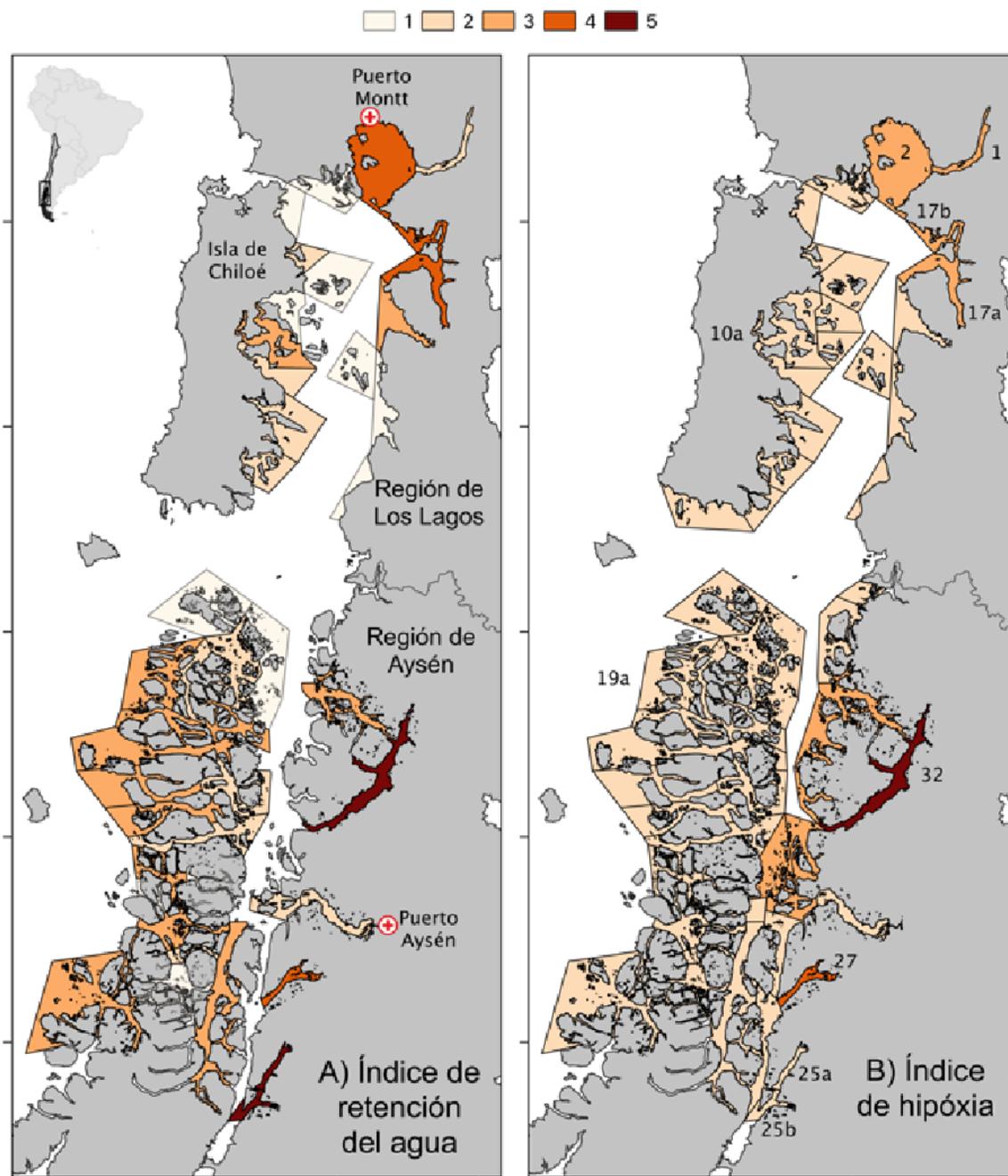


Figura 2. Índice de retención del agua para cada uno de los ACS (estimado en base al número de días que tarda la renovación de la masa de agua) para mar interior Región de Los Lagos y Aysén en base a modelación hidrodinámica (Pinilla y col., IFOP, <http://chonos.ifop.cl/>)¹³. Los puntajes (escala de colores superior) se han estimado como sigue: 1= 0-30 días de retención, 2=31-60, 3=61-120, 4= 121-200, y 5= más de 200. Se han sobrepuesto las ACS. B. Índice de hipoxia estimado en base a la concentración de O₂ bajo 50 m para el mar interior en la Región de los Lagos y Aysén (Soto y col. <http://chonos.ifop.cl/>)¹⁴. Los puntajes y colores corresponden a: 1 = >5 ml/L, 2 = 4,1- 5ml/L, 3 = 3,1-4 ml/L, 4 = 2-3 ml/L y 5 = <2ml/L

Se han desarrollado mapas de riesgo que analizan en detalle este riesgo bajo cambio Climático: Atlas climático de Chile del MMA ARCLIM (<https://arclim.mma.gob.cl/>) y para el caso específico: https://arclim.mma.gob.cl/atlas/view/acuicultura_f_salmon_fan/

Si bien existen estudios concretos que demuestran un efecto vinculado a la acuicultura, es de causa multifactorial, con muchas variables involucradas y que se debe sistematizar. No obstante, en el fiordo Comau y otros fiordos con características similares de bajo recambio de agua y riesgo de hipoxia, es común que la industria salmonera deba suplir oxígeno directamente en las jaulas de los peces, situación que deja en evidencia la nula consideración ecológica de asignación de concesiones e intensidad de producción.

Propuestas de acciones y decisiones de políticas públicas

En octubre de 2020 la WWF e INCAR establecieron una propuesta de enfoque ecosistémico a la salmonicultura con una aproximación de riesgo¹. La matriz preliminar preparada indica niveles de riesgo de eutrofización mayores para Comau y otros cuerpos de agua relevantes (CAR), por lo que se propone reducir la producción de salmones en ciertos cuerpos de agua, o en su defecto, eliminarlos completamente en aquellos cuerpos con bajo recambio de agua y alta hipoxia (Por ej. COMAU, Estuario Reloncaví). Finalizando, se propone dejar todo el fiordo como una área marina protegida y comenzar a desarrollar zonas marinas protegidas en la región. Las propuestas son:

(i) Reconociendo que el Estado y otras instituciones relevantes ya realizan algunos esfuerzos para abordar la capacidad de carga y la potencial sensibilidad de varios de los CARs, es fundamental y urgente que la información generada se integre, se coordine y determine medidas acordes con preservar la resiliencia de los ecosistemas. Es también necesario que el proceso de investigación análisis y toma de decisiones respecto del uso

¹ (Soto, D., León-Muñoz, J., Soria-Galvarro, Quiñones, y S. Marin. 2020. *Propuesta de evaluación del desempeño ambiental de la salmonicultura Chilena a escala de ecosistemas. Informe científico, Centro Interdisciplinario para la Investigación Acuícola (INCAR)* y WWF Chile. Concepción Octubre 2020)

de los CARs sea ampliamente difundido y que se considere la participación necesaria para facilitar la implementación y seguimiento informado por parte de la comunidad.

(ii) Es fundamental y urgente establecer monitoreos ambientales integrados, públicos, transparentes y con excelente difusión para cada CAR, incluyendo las variables oceanográficas relevantes y todas las variables detalladas: la biomasa o producción acumulada por Agrupación de concesiones de Salmónidos (ACS), biomasa acumulada/área, biomasa total y /área en el ciclo más reciente para cada ACS. Se propone también utilizar la cantidad de pesticidas y de antibióticos por área (toneladas/km²) por ACS y número de peces sembrados por área además de los escapes de salmones acumulados y por año en cada ACS. Además, variables como oxígeno en la columna de agua y fondo, nutrientes (nitrato, amonio, ortofosfato y sus proporciones estequiométricas), el indicador AMBI (y otros que se pudiesen desarrollar o implementar para la Patagonia) para fondos blandos, presencia de salmones escapados en vida libre, abundancia de lobos marinos y su comportamiento. Se considera necesario integrar y conectar con estas evaluaciones, aquellas realizadas en fondos blandos utilizando el indicador AMBI a escala de CAR y en lo posible incluir variables y otros indicadores que han sido menos explorados. Se sugiere comenzar (o continuar en caso que se esté realizando) con los siguientes fiordos: 1.- Estuario y Seno de Reloncaví, 2.- Llancahue-Comau, 3.- Quemchi- Mechuque, 4.- Área central mar interior, 5.- Puyuhuapi, 6.- Fiordo Aysén, 7.- Cupquelany/ o Quitralco, 8.- Tortel (referencia), 9.- Skyriing y, al menos, 10.- un sistema adicional en Magallanes.

(iii) Es fundamental y urgente crear cuerpos de agua/ecosistemas de conservación que puedan servir como sistemas de referencia especialmente en la Región de los Lagos (¡donde no existen!) y también en la Región de Aysén. Estas serían nuevas áreas marinas protegidas que permitirán comparar en forma más objetiva cuerpos de agua con y sin salmones y que nos podrán informar sobre la biodiversidad y servicios ecosistémicos que podríamos perder (suponiendo que aún no han habido impactos significativos, y considerando el impacto de la salmonicultura, pesca, mitilicultura, agricultura, ciudades, etc.). Por ejemplo, el fiordo Comau, donde además existen iniciativas de evaluación y conservación de la biodiversidad, sería una opción muy relevante.

(iv) Es fundamental y urgente implementar el uso de matrices de riesgo o mecanismos similares para cada CAR y para cada amenaza que informe la toma de decisiones especialmente en relación con la producción máxima por área y distribución de esta en el tiempo. La evaluación preliminar realizada en este documento en relación con el riesgo de eutroficación permite recomendar la reducción de la producción en el Estuario y Seno de Reloncaví, Llancahue-Comau, Cupquelan, Quitrarco y Puyuhuapi.

(v) Es fundamental y urgente iniciar un programa de monitoreo ambiental a nivel de CARs que están siendo usados por la salmonicultura en Magallanes. Esto es una oportunidad única para tener información sobre estado actual, evolución y respuesta del ecosistema en el tiempo. Esta información es esencial para tomar decisiones sobre cualquier eventual propuesta de desarrollo de la salmonicultura en esa Región.

(vi) Es prioritario iniciar un plan de evaluación del estado de la diversidad en fondos duros y especies sésiles que puedan ser clave y/o indicadoras del estado ambiental de los ecosistemas y que puedan ser incluidas en el programa de monitoreo integrado.

(vii) Es prioritario incrementar esfuerzos para desarrollar mecanismos de evaluación del impacto de pesticidas y antibióticos a nivel ecosistémico que sean relativamente fáciles de medir, estandarizar y validar. Se reconoce que esta es una brecha importante de información. Si bien existen monitoreos de estado sanitario de peces típicos de la pesca artesanal, estos deben ampliarse a nivel de CAR enfatizando también el uso de lugares de referencia separando áreas con impactos de aguas servidas de aquellos con salmonicultura.

(viii) Es necesario incrementar esfuerzos para definir indicadores del estado ambiental y cambios de las comunidades pelágicas, desde microalgas, zooplancton, peces, e incluso el desarrollo de FANs y como estas se relacionan con la salmonicultura y otras actividades.

(ix) Es necesario abrir la discusión con la sociedad para priorizar qué es lo que queremos conservar, qué tipo de servicios ambientales no queremos perder y cómo se abordan estos considerando diferentes actividades productivas alternativas y /o complementarias.

Bibliografía:

1. Florecimiento de algas nocivas (FANs), ecosistemas marinos y la salud humana en la Patagonia chilena* Felipe C. Cabello y Henry P. Godfrey Rev Chilena Infectol 2016; 33 (5): 559-560
2. Soto, D., León-Muñoz, J., Soria-Galvarro, Quiñones, y S. Marin. 2020. Propuesta de evaluación del desempeño ambiental de la salmonicultura Chilena a escala de ecosistemas. Informe científico, Centro Interdisciplinario para la Investigación Acuícola (INCAR) y WWF Chile. Concepción Octubre 2020
3. Marea Roja y Salmonicultura en el Sur de Chile. Alejandro Buschmann Biólogo Marino, Doctor en Ecología. Documento 14 / Septiembre 2005, fundación OCEANA
4. Caracterización De Las Condiciones Ambientales Históricas Asociadas A Los Florecimientos De Algas Nocivas En El Sector Costero De La Región De Los Lagos, María Esperanza Cea Martínez. memoria de Título para Ingeniería civil, Facultad de ingeniería Universidad de Chile, 2018.
5. Estudio preliminar de la variabilidad espacial y temporal de floraciones algales nocivas (FANs) en la zona sur austral de Chile, Christian Mauricio Ojeda Barrientos. Tesis para optar a título de ingeniero en Acuicultura. Escuela de acuicultura y pesquería, Universidad Austral de Chile. 2011
6. Diálogos Antropológicos Para Descifrar La Crisis Socioambiental En Chiloé. Araos, Saldívar, Lazo Y Ther-Ríos. Cuhso • Cultura-Hombre-Sociedad julio 2019. Issn 0719-2789. Vol.29 . Núm. 1 . Págs. 407-437