

Prevención de FANs

La importancia de

monitoreos

in situ

LA NECESIDAD DE CONTAR CON TÉCNICAS DE MONITOREO EN LOS CENTROS DE CULTIVO PARA DETECTAR RÁPIDAMENTE LA PRESENCIA DE TOXINAS Y OTRAS VARIABLES RELACIONADAS A FANs ES URGENTE. EN CHILE, SE ESTÁN DESARROLLANDO TECNOLOGÍAS DE ALTA PRECISIÓN Y APLICABILIDAD PARA EL SECTOR ACUÍCOLA, CON EL OBJETIVO DE ANTICIPAR Y PREVENIR DESASTRES.

Las mediciones in situ son fundamentales para tomar decisiones oportunas en caso de riesgos ambientales, sanitarios o de salud pública. En Chile, las floraciones algales nocivas (FANs) son cada vez más frecuentes e intensas, lo que pone de manifiesto la necesidad de contar con sistemas de alerta temprana que permitan detectar, por ejemplo, el aumento en la concentración de ciertas especies de fitoplancton. Esta información es clave para evitar pérdidas económicas, ya que permite sacar de las zonas de riesgo a los organismos en cultivo antes de que se vean afectados por los contaminantes o toxinas.

El jefe de la División de Acuicultura del IFOP, Dr. Leonardo Guzmán, señala que en Chile existen actualmente cinco programas de monitoreo de FANs. De estos, tres de ellos se desarrollan bajo la responsabilidad del Estado y dos son mantenidos por el sector privado.

“Entre estos dos últimos, están el Promofi (Programa de Monitoreo de Fitoplancton), el más antiguo que data de fines de los años ochenta y que es responsabilidad del sector salmonicultor, y cuya orientación es justamente contar con información oportuna acerca de la presencia y abundancia de determinadas microalgas nocivas para proteger o mitigar los efectos sobre peces en engorda”, detalla.

Y el otro, corresponde al PSMB (Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos), que consiste en un conjunto de acciones orientadas a evaluar la calidad del ambiente y de los recursos que son comercializados en mercados externos.

En tanto, un tercer programa y el único de cobertura nacional, desde la región de Arica hasta Magallanes y Antártica Chilena, corresponde al Programa Nacional de Prevención y Control de las Intoxicaciones por Marea Roja (PNMR) orientado exclusivamente a biotoxinas en mariscos, con la finalidad de proteger la salud pública, es decir, consumo interno del país.

También menciona otros dos programas que son de Manejo y Monitoreo de Floraciones Nocivas y Toxinas en el océano Pacífico del Centro Sur de Chile y el Programa de Manejo y Monitoreo de las Mareas Rojas en el Sistema de Fiordos y Canales de Chile.

“Las evidencias disponibles a partir de estos monitoreos muestran a lo menos una veintena de taxones nocivos y una gran variedad de toxinas marinas, lo que obliga no solo a mantener los monitoreos, sino que también ampliar los sectores



Fotografía: Plancton Andino

geográficos cubiertos por estos programas", destaca el jefe del Centro de Estudios de Algas Nocivas del IFOP, Óscar Espinoza.

Realza que "con el trabajo que desarrolla el Instituto, el país está mejor cubierto y considerando una diversidad de variables ambientales que abarcan entre los 36° y los 55°S, lo cual representa un vasto sector de nuestra geografía, aunque aún entre los 18° y 36°S no se han desarrollado acciones de esta naturaleza".

Oscar Espinoza describe que "entre los avances que se han incorporado a las actividades de monitoreo, se encuentra la aplicación de herramientas de la biología molecular (qPCR y *metabarcoding*) para mejorar la certidumbre en la identificación y cuantificación de las microalgas, además del uso de equipamiento y técnicas del mundo de la química que permiten detectar y cuantificar una variedad de toxinas marinas, muchas a concentraciones muy bajas, todo lo cual puede abordarse mediante la espectrometría de masas acoplada a cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC MS MS)".

Por su parte, la investigadora principal del Centro Incar, Dra. Doris Soto, sostiene que de acuerdo con las publicaciones existentes en los últimos diez años, el fenómeno FANs, que era más común en Magallanes, ha incrementado su frecuencia y extensión en el norte de la Patagonia.

Por lo que "debe existir un sistema de monitoreo permanente en todos los sitios claves, bien coordinado, y bien comunicado, de acceso público y abierto. Creo que es importante

también mantener monitoreos en áreas marinas protegidas o que no están bajo la presión de otras actividades humanas como la acuicultura, ciudades, erosión etc. Esto es relevante para ir aislando la importancia del cambio climático frente a otras actividades humanas como gatillante de FAN", enfatiza la investigadora.

Destaca que la información científica aporta evidencia importante de las condiciones pasadas y proyecta también lo que puede ocurrir en el futuro. "Esto último es muy relevante pues permite estimar riesgos y construir mapas de riesgo lo cual es esencial para optimizar los esfuerzos de monitoreo y para reducir los factores que incrementan el riesgo. Esto lo describimos en la plataforma Arclim para la acuicultura y en otras publicaciones".

AVANCES EN SERVICIOS

Una empresa pionera y la primera en desarrollar técnicas de monitoreo y análisis de FANs es Plancton Andino, que cumplió 25 años de operación en el sur de Chile. Después de la marea café de la primavera de 1988, el gerente general de Plancton Andino, Alejandro Clément, también ha sido autor intelectual y ejecutor del programa de monitoreo de fitoplancton de la Asociación de Salmoneros y Truchas A.G., hoy SalmonChile e Intesal desde sus inicios hasta 2013.

Actualmente la compañía cuenta con el Programa Oceanográfico y Ambiental en Salmónidos (POAS), creado el año

Plancton Andino cuenta con el Programa Oceanográfico y Ambiental en Salmónidos (POAS), que consiste en un sistema de información oportuno y en línea

"Entre los avances que se han incorporado a las actividades de monitoreo, se encuentra la aplicación de herramientas de la biología molecular (qPCR y metabarcoding)".
Óscar Espinoza,
jefe del Centro de Estudios de Algas Nocivas del IFOP.

“Estamos evaluando la instalación de un laboratorio de fiordos en la región de Los Lagos”. Alejandro Clément, gerente general de Plancton Andino.

1998, que consiste en un sistema de información oportuno y en línea, con resultados periódicos, de la distribución espacio-temporal de la presencia y concentración de algas nocivas en los centros de cultivo de peces, visualizados en un portal clientes y aplicación móvil, usando *Business Intelligence* y modelos de ciencias de los datos.

Además, el POAS ha incluido diversos parámetros meteorológicos, biológicos y oceanográficos para el proceso de toma de decisiones en la industria salmonera. Contiene registros históricos, y mediante la aplicación de algoritmos, como el FAN INDEX, donde se generan bases de datos ordenadas de una red de estaciones, que se usan en simulaciones con *Machine Learning* para mejorar pronósticos de las FANs.

“El equipo humano, mayoritariamente mujeres, trabajan responsablemente en la identificación y cuantificación de células del fitoplancton nocivo, y verifican sus resultados con instituciones acreditadas por la *International Phytoplankton Intercomparison (IPI)*”, manifiesta el ejecutivo.

Se desarrollan informes periódicos semanales con un resumen ejecutivo; y datos en línea actualizados de los centros de cultivo del mar interior del sur-austral de Chile y se realiza medición y análisis de parámetros fotosintéticos de las células usando tecnología como la Fluorometría de Altas Tasas de Repetición (FRRF3), con el fin de verificar el estado ecofisiológico de las FANs.

En 2016 la compañía adquirió un citómetro de flujo (FlowCam, Maine USA), para automatizar el análisis, generar información biométrica de células, producir librerías digitales de especies formadoras de FAN, aportar aspectos biológicos de los eventos y la identificación automática de células.

Otra de las compañías presente en el área es AOLab, que desde fines del 2021 tienen disponible el servicio de detección y cuantificación de cianobacterias y cianotoxinas.

La directora Técnica de AOLab, Angélica Lisperguer, explica que “el sistema de monitoreo consiste en analizar muestras de agua cuantificando el gen 16S de cianobacterias y genes

precursores de cuatro cianotoxinas que afectan vertebrados: Microcistina/nodularina, cilindrospermopsina (toxinas hepatotóxicas) y saxitoxina (toxina neurotóxica), la detección de estos genes se realiza a través de la técnica de la Reacción de Polimerasa en Cadena (PCR)”.

Aclara que “en el caso de la cuantificación de las toxinas el PCR es múltiple, es decir en el mismo análisis se puede determinar que toxina(s) podría ser producida por los microorganismos, lo que permite obtener variada información a partir de solo una muestra”.

Cómo laboratorio se enfocaron en la gestión de riesgos microbiológicos en agua, por lo que este sistema de monitoreo cumple este objetivo; al utilizar la técnica de PCR no solo se puede detectar bajas cantidades de cianobacterias, sino que de forma paralela cuantificar los genes detectados permite generar alertas en la medida en que las concentraciones aumentan en el tiempo.

Por otra parte, el poder determinar si los microorganismos encontrados son capaces de producir toxinas es relevante ya que pueden evaluar si han impactado la salud de la producción, todo a partir de una muestra de agua. El servicio está orientado tanto a agua de mar como cuerpos de agua dulce, dada la elevada eutrofización de estos últimos productos del aumento de población (viviendas) y de las actividades agrícolas y ganaderas.

INNOVACIONES ACTUALES Y EN DESARROLLO

Actualmente, Plancton Andino está evaluando la instalación de un laboratorio costero en Hornopirén, de esta manera buscan cubrir mayores áreas y responder con mayor celeridad.

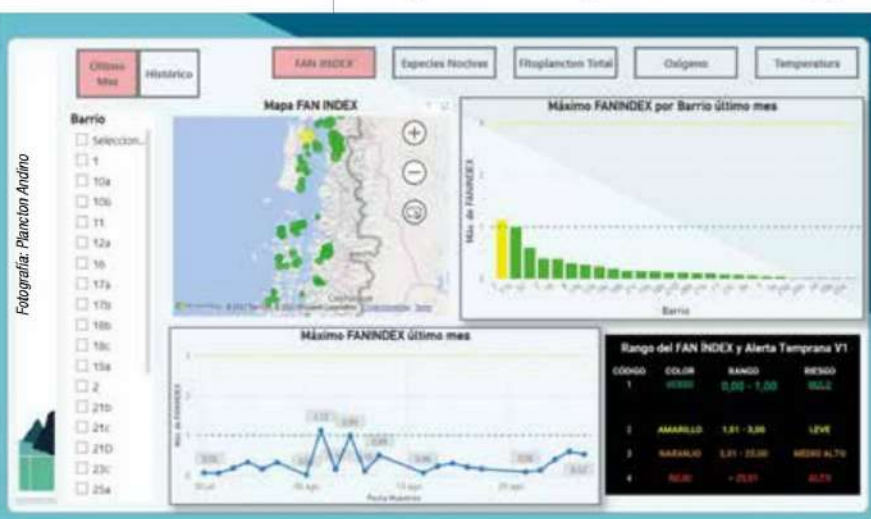
Por otro lado, “contamos con diferentes tecnologías que ayudan a mejorar el servicio del POAS 2+: Personal de terreno y perfiladores oceanográficos como CTDO-F calibrados en fábrica, en Seattle, Estados Unidos, incluyendo sensores de clorofila a in situ y con ello analizar capas finas en columna de agua en caso de contingencias de FAN”, describe el gerente general de Plancton Andino.

También cuentan con microscopios invertidos con cámaras fotográficas de última generación, para capturar imágenes de fitoplancton nocivo y poseen la FlowCam, citómetro de flujo con adquisición de imágenes. Además, cuentan con el nuevo servicio BAS (Bio-Optical Aqua Sensors) que permite medir propiedades bio-ópticas (clorofila a, ficocianina, turbiedad) en la columna de agua con sensores fluorométricos y transmitir la información en tiempo real.

Añade que “junto con Skretting estamos desarrollando un modelo de Pronóstico del FAN INDEX para los barrios 2 y 10, que estará disponible en la primavera del 2023. Posteriormente seguiremos con los barrios 32 y 17, y de los otros barrios dependerá de la cantidad de datos históricos”.

Otro proyecto en desarrollo es el Análisis Digital de Imágenes de Células del Fitoplancton (ADICFITO) que es un servicio

Portal Clientes-FAN INDEX



de análisis de imágenes con Inteligencia Artificial que busca automatizar la identificación de microalgas en base a imágenes con modelos de *machine learning*.

Alejandro Clément destaca que “estamos evaluando la instalación de un laboratorio de fiordos en la región de Los Lagos con el objeto de generar información técnica y trabajar con las comunidades locales y *stakeholders*”.

En cuanto al servicio de detección y cuantificación de cianobacterias y cianotoxinas que desarrolla Aolab si bien está asociado a una metodología que la industria utiliza hace varias décadas como lo es la Reacción de la Polimerasa en Cadena, “cumple con la innovación de cuantificar el material genético detectado lo que permite utilizar los resultados como un parámetro objetivo y comparable en el tiempo. Adicionalmente contamos con la representación de BactiQuant®, tecnología danesa que, a través de la cuantificación de actividad bacteriana, permite conocer las cargas de bacterias y hongos en muestras de agua dulce y salada”, realiza la directora Técnica de AOLab.

MITIGACIÓN

PSP Soluciones es una de las compañías que inició en el 2016 y actualmente lleva más de 250 proyectos entregados en Chile y el extranjero sobre cortinas de mitigación de bloom de algas / medusas y sistemas de surgencias de recambio de aguas. “Ambos sistemas funcionan por medio de inyección de aire a través de una tubería de alta tecnología que permite generar una barrera de pequeñas microburbujas que ascienden verticalmente hasta la superficie”, describe el gerente general de PSP Soluciones, Bruno López.

El ejecutivo explica que “se genera una barrera laminar que deflecta los agentes no deseados para la salmonicultura mayores a cuatro micras, entre ellos, FANs, medusas, hidrocarburos, polución, entre otros. La efectividad de nuestros



sistemas contra el Bloom de algas alcanza un 91%. Esta efectividad ha sido medida en campo y por medio de ensayos en conjunto a Universidad Austral de Chile y Plancton Andino. Cabe destacar que nuestros sistemas son 100% amigables con el medio ambiente”.

La compañía actualmente lanzó la 3ra versión de cortinas de microburbujas, que, comparada con la 2da versión, ha permitido reducir los costos operacionales hasta un 70%, incluyendo la reducción en un 40% de HH en buzos, tiempos de instalación y eliminación de uso de barcaza, lo que redundará en disminuir en gran medida la inversión en instalación.

Por otra parte, tras años de investigación, “estamos en la etapa final del modelamiento en conjunto con entidades serias como universidades, con el fin de lanzar dos nuevos sistemas que serán un aporte real efectivo como son la regeneración de fondos marinos y la mitigación de ruido submarino”, destaca el ejecutivo. **Q**

AOLab realiza el servicio de detección y cuantificación de cianobacterias y cianotoxinas

“Cumple con la innovación de cuantificar el material genético detectado”. Angélica Lisperguer, directora Técnica de AOLab.

PSP Soluciones lanzó la 3ra versión de cortinas de microburbujas

