

## Revolución bajo el agua

El impacto del

# monitoreo

submarino en la acuicultura

EL MONITOREO SUBMARINO MEDIANTE CÁMARAS Y TECNOLOGÍAS ASOCIADAS HA TRANSFORMADO LA ACUICULTURA, PERMITIENDO A LOS PRODUCTORES OPTIMIZAR LA ALIMENTACIÓN, MEJORAR EL BIENESTAR ANIMAL Y REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL, GRACIAS AL DESARROLLO DE SOLUCIONES INNOVADORAS PARA ENFRENTAR LOS DESAFÍOS DEL CULTIVO DE SALMONES EN ENTORNOS COMPLEJOS.

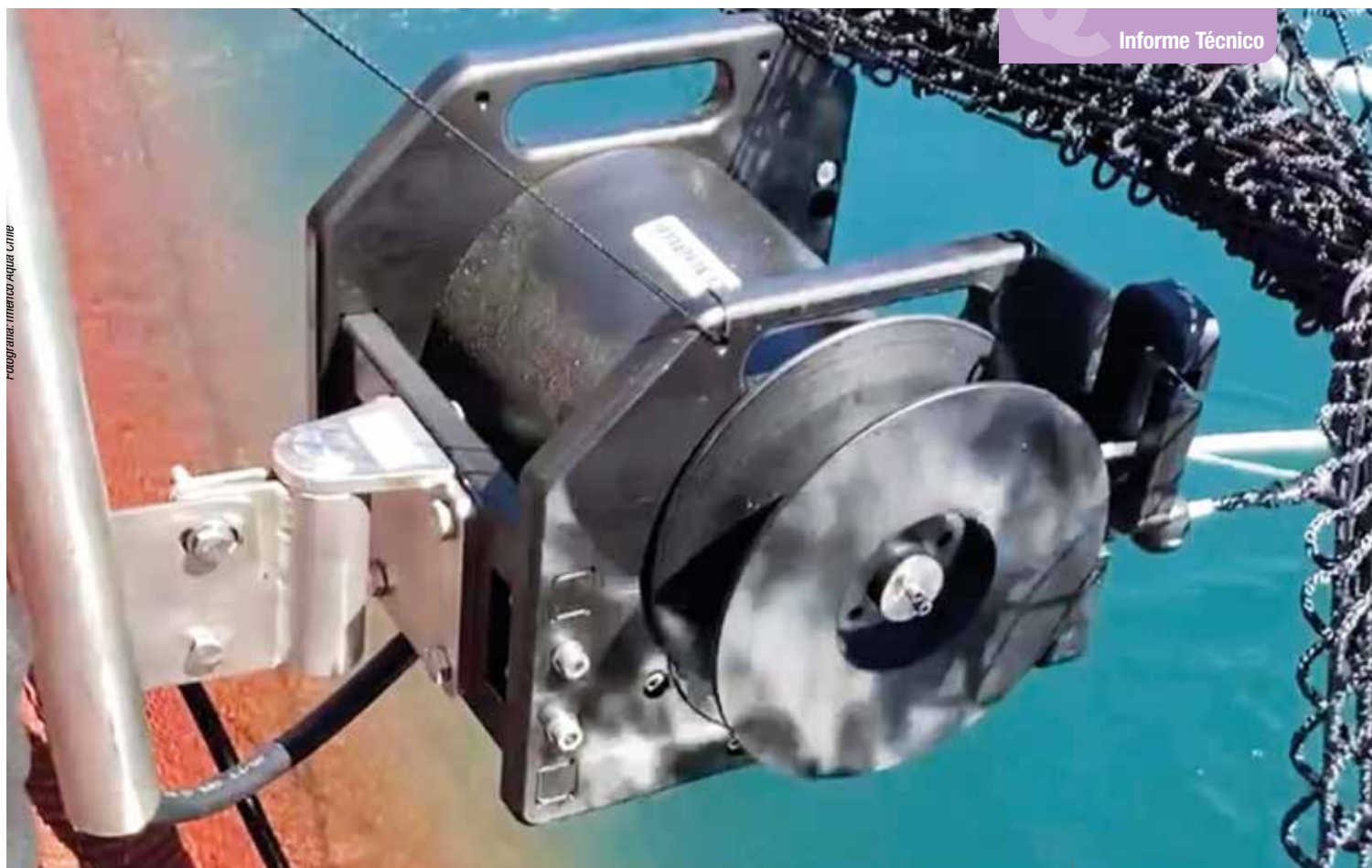
La acuicultura en Chile enfrenta una serie de desafíos que afectan su sostenibilidad y competitividad. Entre los principales retos se encuentran las enfermedades y el bienestar animal, la depredación por parte de mamíferos marinos, las condiciones ambientales cambiantes, el impacto en el ecosistema, la fiscalización y trazabilidad, la seguridad laboral y la eficiencia productiva. En este contexto, el uso de cámaras submarinas se ha convertido en una herramienta clave para abordar estos problemas, permitiendo un monitoreo más preciso y una mejor toma de decisiones.

Durante años, el monitoreo se realizaba de manera manual y con herramientas rudimentarias que limitaban la capacidad de análisis y toma de decisiones. Sin embargo, la llegada de tecnologías avanzadas, como cámaras submarinas de alta definición y sensores especializados, ha marcado un antes y un después en la eficiencia de los centros de cultivo.

Desde entonces, las cámaras submarinas han evolucionado de simples dispositivos de monitoreo a complejos sistemas de análisis en tiempo real. Luis Yáñez Saavedra, gerente general de Omnifish S.A., destaca que “la evolución ha sido vertiginosa desde la incorporación de cámaras digitales, que hoy ofrecen más que simples imágenes para monitorear la alimentación. Se han buscado mejoras en ángulo y resolución para facilitar la video analítica y, además, se han integrado múltiples sensores que apoyan la gestión de la alimentación. Todo ello apunta a un control más preciso y a una mejor comprensión del comportamiento de los peces en tiempo real”.

Rodrigo Barrera, Product Manager de Imenco Aqua Chile, complementa señalando que “hemos evolucionado desde aquellos modelos antiguos que se instalaban manualmente jaula por jaula, visitada con un carrito y monitor in situ, hasta lo que ahora es una cámara de inspección 100% digital con resoluciones de 1080p y también 4K”. Esto permite a los productores tener una visión mucho más clara del estado de los peces y del ambiente en que se encuentran.

Desde MSD Salud Animal, Óscar Parra, gerente de la Unidad de Acuicultura, enfatiza la importancia de la tecnología para optimizar la producción: “en MSD Salud Animal hemos evolucionado desde nuestra tecnología de marcos VAKI con luces infrarrojas hacia las cámaras con tecnología de estereovisión, bajo la marca FALCON”. Esto ha permitido a los productores tomar decisiones más informadas sobre la alimentación y el crecimiento de los peces.



Informe Técnico

### LA AYUDA DE LA TECNOLOGÍA

Dentro de las grandes utilidades que tienen las cámaras, se encuentra su capacidad de monitoreo en tiempo real del comportamiento de los peces, detectando señales tempranas de enfermedades, como cambios en la natación o falta de apetito. Esto posibilita una intervención rápida y reduce el uso innecesario de antibióticos.

Asimismo, este monitoreo constante también se puede extender a las condiciones ambientales, como la variabilidad en la temperatura del agua, los niveles de oxígeno y la presencia de floraciones de algas nocivas, temas que también representan un reto crítico. Las cámaras submarinas, combinadas con sensores, pueden registrar cambios en la calidad del agua, los que permiten mitigar posibles impactos y a optimizar la producción

El impacto ambiental de la acuicultura también ha sido objeto de debate. El uso de cámaras submarinas facilita la vigilancia de la biodiversidad marina en las áreas de cultivo, permitiendo evaluar los efectos de la actividad acuícola sobre el entorno y desarrollar estrategias de mitigación más eficientes

Otro punto relevante es el de la seguridad laboral. Al reducir la necesidad de inmersiones humanas para la inspección de jaulas y redes, se minimizan los riesgos asociados a buceos en condiciones adversas. Asimismo, los sistemas de vigilancia pueden alertar sobre posibles fallas estructurales antes de que representen un peligro.

En cuanto a la eficiencia productiva, el uso de cámaras ha

permitido optimizar la alimentación de los peces. La tecnología de visión artificial puede detectar si el alimento es consumido o se desperdicia, ajustando automáticamente las dosis para evitar pérdidas y reducir el impacto ambiental de los desechos orgánicos en el fondo marino.

### DESAFÍOS EN ENTORNOS DE CULTIVO EXTREMOS

El ambiente marino presenta una serie de desafíos para la implementación de tecnologías submarinas, especialmente en lugares con corrientes fuertes, alta turbidez o presencia de biofouling.

Desde Omnifish, Luis Yáñez explica que “en estos entornos desafiantes, resulta fundamental contar con equipos robustos capaces de operar durante todo el ciclo productivo, preferiblemente sin fallas. Esto exige un alto estándar de fabricación, que incluyan uso de materiales de gran calidad, tanto en carcasas como en cables y conectores submarinos; evaluaciones exhaustivas que cada unidad debe pasar, para certificar que resista las condiciones extremas de corrientes, una buena configuración para mejorar la imagen, dependiendo de las condiciones del sitio de cultivo como turbidez o biofouling; y un software a medida, los que cuentan con un sistema propio que permite mantener la disponibilidad al 100%, alertando en tiempo real el estado de cada equipo instalado.

Con estas medidas, se garantiza la fiabilidad y durabilidad del equipo a lo largo del ciclo de producción”.

*Las cámaras han evolucionado para tener una mejor comprensión del comportamiento de los peces en tiempo real.*

**“En estos entornos desafiantes, resulta fundamental contar con equipos robustos capaces de operar durante todo el ciclo productivo, preferiblemente sin fallas”, comenta Luis Yáñez Saavedra, gerente general de Omnifish S.A.**

Informe Técnico

Óscar Parra,  
gerente de la Unidad  
de Acuicultura de MSD  
Salud Animal.

**“El mayor desafío que enfrenta esta tecnología es la potencial alta turbidez submarina, generando ambientes subóptimos para su uso”, explica Óscar Parra, gerente de la Unidad de Acuicultura, MSD Salud Animal.**



Fotografía: MSD Salud Animal

Rodrigo Barrera, de Imenco Aqua Chile, subraya que “el ambiente marino es sumamente agresivo con todo equipamiento, por lo mismo nosotros fabricamos nuestros equipos con POM de alta calidad en combinación con domos de alta calidad fabricados por nuestra casa en Escocia, y un cuerpo disipador de bronce que ofrece máxima resistencia a las condiciones subacuáticas en todos los rangos de salinidad. Toda la herrajería corresponde a acero inoxidable de la más alta calidad, mientras que nuestros conectores rápidos y cables cuentan con certificación. Es por ello podemos presumir de una

resistencia de hasta 150 metros de profundidad. Para sortear la turbidez combinamos el ajuste de contraste de colores con la alta sensibilidad lux y luces led que poseen nuestros equipos”.

En tanto, Óscar Parra de MSD Salud Animal destaca que “el mayor desafío que enfrenta esta tecnología es la potencial alta turbidez submarina, generando ambientes subóptimos para su uso. En este escenario, la calidad de las cámaras y la iluminación son relevantes para continuar ofreciendo la mejor información posible”.

**OPTIMIZACIÓN DE LA ALIMENTACIÓN Y BIENESTAR ANIMAL**

Uno de los beneficios más relevantes del monitoreo submarino es la optimización de la alimentación en los centros de cultivo. Luis Yáñez explica que las cámaras submarinas de Omnifish son esenciales “para el control y la optimización de la alimentación. Su fiabilidad con una tasa de fallas cercana a cero, permite un monitoreo continuo y preciso. Sobre esta base, ofrecen funcionalidades como: Detección y conteo de pellets; observación del comportamiento y actividad del cardumen; identificación del punto de saciedad; datos en tiempo real, oxígeno, temperatura, Ph y profundidad, entre otros; e integración y análisis con otros sistemas”.

Esto ha permitido que sus clientes hayan podido reducción del factor de conversión, la mejora del bienestar animal mejora al disminuir el estrés durante la alimentación, de tal manera que, si la demanda es alta, se aumenta la alimentación; si la conducta no indica apetencia, se reduce. Esto fomenta un entorno de cultivo más saludable y sostenible.

Desde Imenco Aqua Chile, Barrera señala que “las cámaras submarinas supusieron un salto cuántico en la capacidad de



Fotografía: OmniFish

*La tecnología de las cámaras ha ido ayudando a clientes a mejorar sus indicadores de productividad.*

control, y en ese aspecto nuestros modelos especialmente pensados para poder ubicarse en la jaula a voluntad del operador, permiten también seguir el pellet con mayor confianza para evitar pérdida lateral en condiciones de corriente o incluso presionar a mayores profundidades cuando la deriva lo permite gracias al control del huinche, la alta resolución y la posibilidad de enfocar cualquier zona de la jaula dentro del rango de visibilidad. Evidentemente somos compatibles con cualquier sistema de terceros para análisis de imagen”.

Su tecnología ha ayudado a sus clientes de muchas maneras, pero destaca el caso de uno que implementó su cámara en un centro de corrientes muy fuertes. “Si bien la ventaja de tener un recambio de agua muy eficiente es algo que agradecer en términos sanitarios y probablemente en calidad de carne también, no lo es para lo que deriva de pellet representa”. Gracias a su cámara, el operador fue capaz de aumentar el SFR de esa unidad gracias a que por fin pudo seguir el pellet y ubicarse en las zonas críticas para anticipar cualquier pérdida, controlando mucho mejor la tasa de alimentación.

Por su parte, Óscar Parra de MSD Salud Animal destaca que su tecnología Falcon permite no solo optimizar la alimentación, “sino también los resultados productivos, desde indicadores de crecimiento hasta la gestión de la cosecha. Los datos de crecimiento y de biomasa que genera nuestra cámara y software FALCON mediante la tecnología de estereovisión, capturando las 24 horas del día, los 7 días de la semana con una alta y validada precisión, permiten: Gestionar mejor la administración de las dietas; conocer la variación y distribución del tamaño de los peces; reportar pesos y la distribución de tamaño para la cosecha; supervisar el crecimiento, en comparación con los factores ambientales; recolectar información para gestionar la biomasa máxima

permitida; revisar modelos de crecimiento con datos en casi tiempo real; obtener acceso diario a las imágenes para monitorear el bienestar de los peces; revisar la información para tomar decisiones claves sobre la clasificación o desdoble de peces; y supervisar cambios significativos en los datos sobre el crecimiento, Factor de Conversión del Alimento y Factor de Condición de los peces”.

Con esto sus clientes han tenido una reducción del estrés de los peces al evitar manejos invasivos, como muestreos, así como beneficios ambientales, a través de optimizar el manejo de la alimentación, evitando pérdida de alimento. Otros beneficios se enfocan en optimizar la producción y reducir tiempos a cosecha, por ejemplo, la gestión que se realiza al conocer datos que indican subalimentación.

### EL FUTURO DEL MONITOREO SUBMARINO

El futuro de la tecnología de monitoreo submarino se vislumbra como una combinación de sistemas automatizados, inteligencia artificial y una mayor integración de datos.

Luis Yáñez proyecta que “la posibilidad de una alimentación cada vez más autónoma está cada vez más cerca de hacerse realidad, gracias a la analítica de datos en tiempo real y la supervisión continua”.

Rodrigo Barrera refuerza esta idea y destaca que “mientras las jaulas crecen de 40 a 50 metros o más, la capacidad de la luz de atravesar una columna de agua físicamente no variará. El futuro inmediato se vislumbra como una combinación de tecnologías de apoyo y automatización”.

Finalmente, Óscar Parra de MSD Salud Animal enfatiza que “en escenarios inciertos, la información de monitoreo submarino será vital”, especialmente considerando el impacto del cambio climático en los ambientes acuáticos. **Q**

**“Las cámaras submarinas supusieron un salto cuántico en la capacidad de control”, destaca Rodrigo Barrera, Product Manager de Imenco Aqua Chile.**