



INVIERNO 2025 Nº8

InfoSALMON

N U T R I C I Ó N

16 ¿Dónde comen los salmones del futuro?

24 El secreto para el salmón perfecto: La estrategia de I+D+i en la formulación de dietas

46 Más allá de la harina de pescado: Nuevos Ingredientes que revolucionan la nutrición acuícola

52 Salmón: El superalimento que revoluciona tu salud y el planeta



Descarga esta revista aquí

Innovación que transforma resultados

NOTORIUS



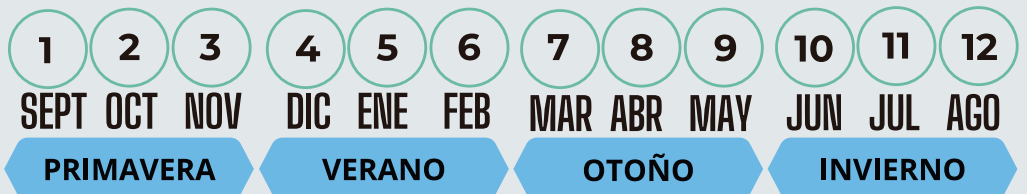
distribuido por **VESO**
AQUA

Combina con estrategia, protege con eficacia

Descubre la estrategia de antifouling Notorius y elige la combinación perfecta según la temporada, duración y nivel de fouling.

www.veso.no/es/chile

notorius@veso.no



ALTA DURACIÓN	10 a 11 meses de uso a partir de cualquier mes
TRIPLE PACIFIC	8 a 9 meses de uso a partir de cualquier mes
ALTA EFICACIA	6 a 7 meses de uso a partir de cualquier mes
TRIPLE ATLANTIC	6 a 7 meses Ene a Ago
ALTA EFICACIA 5M	5 a 6 meses de uso a partir de cualquier mes
ESTANDAR PLUS	6 a 7 meses Feb a Sept
TRIPLE 150	3 a 4 meses Mar a Ago

Ruta 5 Sur | KM 11 | La Laja
contacto@veso.no
+56 9 9827 2874
Puerto Varas | Chile
www.vesoaqua.cl



El propósito de Cargill es alimentar al mundo de una manera segura, responsable y sostenible.

Hemos establecido objetivos de desarrollo sostenible basados en la ciencia y estamos invirtiendo activamente en ellos, acelerando nuestro progreso para alcanzarlos.

**El 35,7% de los puestos de liderazgo
están ocupados por mujeres**

PERSONAS

**Hemos invertido 130 millones de dólares en
comunidades locales de todo el mundo**

COMUNIDADES

**Más de 160.000 personas han mejorado su acceso a agua
potable y saneamiento en todo el mundo desde 2020**

AGUA

**Hemos invertido 100 millones de dólares en capital de
eficiencia y sostenibilidad en nuestras operaciones**

CLIMA

**15.000 toneladas métricas de CO₂ reducidas
en total para nuestros clientes**

CADENA DE SUMINISTROS SUSTENTABLE

Operamos en 70 países alrededor del mundo
IMPACTO GLOBAL

Índice

Editorial

04 ¿Por qué el salmón chileno es clave para la nutrición, la sostenibilidad y el desarrollo del país?

Por Fernando Cáceres Bofill,
Director Ejecutivo InfoMEDIA

Columna

06 Salmón: Un superalimento esencial para la salud de los chilenos

Por Karen Cruz Amengual,
Jefa de Carrera de Nutrición y
Dietética, Universidad SEK

Columna

08 Hay más peces en el mar

Por Meyling Tang,
Vicepresidenta Fundación Cocinamar,
Socia fundadora Tres Peces

Columna

10 Mejorando las defensas cutáneas y branquiales en la acuicultura

Por la Dra. Vivi Koletsi,
Global Technical Support,
Technology Group de Alltech

Ficha
Técnica

22

pathovet



Salmon Biology Series 2025

#1 Estrés oxidativo y su impacto productivo

Investigación

32

Extracto Proteico Microbial de origen ruminal:

Potencial fuente novedosa y sustentable de proteína funcional para dietas en juveniles de salmón del atlántico



38

Tecnología Layer by Layer:

Potenciando el Florfenicol en Salmonicultura con Extractos Naturales de Aloe Vera (Aloe barbadensis miller) y Orujo de Uva (Vitis vinífera).



42

Niveles óptimos de grasa saturada y la interacción del colesterol en alimentos para salmón del Atlántico



Reportajes

16

¿Dónde comen los salmones del futuro?

Por Felipe Soto Chace,
Periodista InfoSALMON

24 El secreto para el salmón perfecto: La estrategia de I+D+i en la formulación de dietas

Por Jocelyn Vargas Álvarez,
Editora de contenidos
InfoSALMON

Reportajes

46 Más allá de la harina de pescado: Nuevos Ingredientes que revolucionan la nutrición acuícola

Por Jorge Elgueta Catalán,
Periodista de InfoSALMON

52 Salmón: El superalimento que revolucionará tu salud y el planeta

Equipo periodístico InfoSALMON

Contenidos patrocinados

14



Aquabyte

Tecnología de Inteligencia Artificial para maximizar el **crecimiento, salud y rentabilidad** en la salmónica

30

VESO
AQUA

Antifouling inteligente: una herramienta clave para potenciar la nutrición en acuicultura

36

PSP

La **Revolución 24/7:** Cómo las Pantallas de Microburbujas PCM están trabajando en proteger diariamente el futuro acuícola

50

VEHiCE

Chequea el **status nutricional y sanitario** de los peces con herramientas histológicas **SCORE, DATA, Histoquímica, Patología Clínica y Radiología**

Cifras

57

AQUABENCH
Análisis & Asesorías

Indicadores Productivos

Charlas Técnicas

60

Sin oxígeno no hay salmón: Urgente llamado a oxigenar las aguas marca inicio del ciclo de **Charlas Técnicas de InfoSALMON 2025**

Por Jocelyn Vargas Álvarez,
Editora de contenidos
InfoSALMON

Equipo InfoSALMON

Director Ejecutivo

Fernando Cáceres Bofill
fernando@infosalmon.cl

Director de Desarrollo

Sebastián Cárdenas Benavente
sebastian@infosalmon.cl

Gerente de Negocios

Marion Gaete Alvarez
marion@infosalmon.cl

Editora de Contenidos

Jocelyn Vargas Álvarez
jocelyn@infosalmon.cl

Periodistas

Jorge Elgueta Catalán
jorge@infosalmon.cl

Felipe Soto Chace

felipe@infosalmon.cl

Diseño

Argo Navis Estudio
argonavisestudio@gmail.com

Fotografía

Fotos con Gorro de Lana
@fotoscongorrodelana

Este ejemplar se imprimió en
TRAMA IMPRESORES



Suscríbete a nuestro Newsletter



¿Por qué el salmón chileno es clave para la nutrición, la sostenibilidad y el desarrollo del país?

Por Fernando Cáceres Bofill,
Director Ejecutivo InfoMEDIA

Más allá de su exquisito sabor y prestigio exportador, el salmón de cultivo en Chile representa una poderosa herramienta de salud pública, desarrollo regional y respuesta a los desafíos globales en sostenibilidad alimentaria.

En un mundo donde cada vez se busca comer mejor, cuidar el planeta y fomentar economías locales, el salmón chileno de cultivo tiene un papel que no puede pasarse por alto. Además de ser un **producto estrella dentro del pool de exportaciones de nuestro país**, también destaca como un alimento completo, accesible y sostenible. Y lo mejor es que esta riqueza nace en los fiordos del sur de Chile, en comunidades que han hecho de la salmonicultura parte de su identidad.

Desde el punto de vista nutricional, hablar del salmón es hablar de beneficios concretos y respaldados por la ciencia. Rico en ácidos grasos omega-3 (EPA y DHA), esenciales

para la salud cardiovascular y el desarrollo cerebral, este pescado también entrega proteínas de alta calidad, vitaminas como la D y la B12, y minerales como selenio, potasio y fósforo. No es extraño que sea recomendado por profesionales de la salud en todo el mundo, especialmente para niños, adultos mayores y personas con enfermedades crónicas. *(Kris-Etherton, P. M., Harris, W. S., & Appel, L. J. (2002). "Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease." Circulation, 106(21), 2747-2757.)*

Pero el impacto del salmón va más allá de la salud. En el sur austral de Chile, esta industria genera más de 80.000 empleos directos e indirectos. Se trata de oportunidades reales para miles de familias en zonas donde el acceso a trabajo estable y bien remunerado es limitado. Gracias a la salmonicultura, muchas personas han podido capacitarse, crecer profesionalmente y mejorar su calidad de vida.

Además, desde una perspectiva medioambiental, el salmón cultivado representa una opción eficiente

para producir proteína animal. Requiere menos agua, tierra y alimento por kilo que otras carnes como la de vacuno o cerdo, y eso lo convierte en una opción alineada con los desafíos del cambio climático y el uso responsable de los recursos naturales.

Frente a este panorama, Chile tiene un gran desafío: fortalecer el consumo interno de salmón, especialmente en sectores vulnerables, y avanzar hacia una producción cada vez más responsable, transparente y en contacto con las comunidades. Es momento de ver al salmón no solo como un producto de exportación, sino como un aliado estratégico en la mejora de la salud pública y el desarrollo territorial.

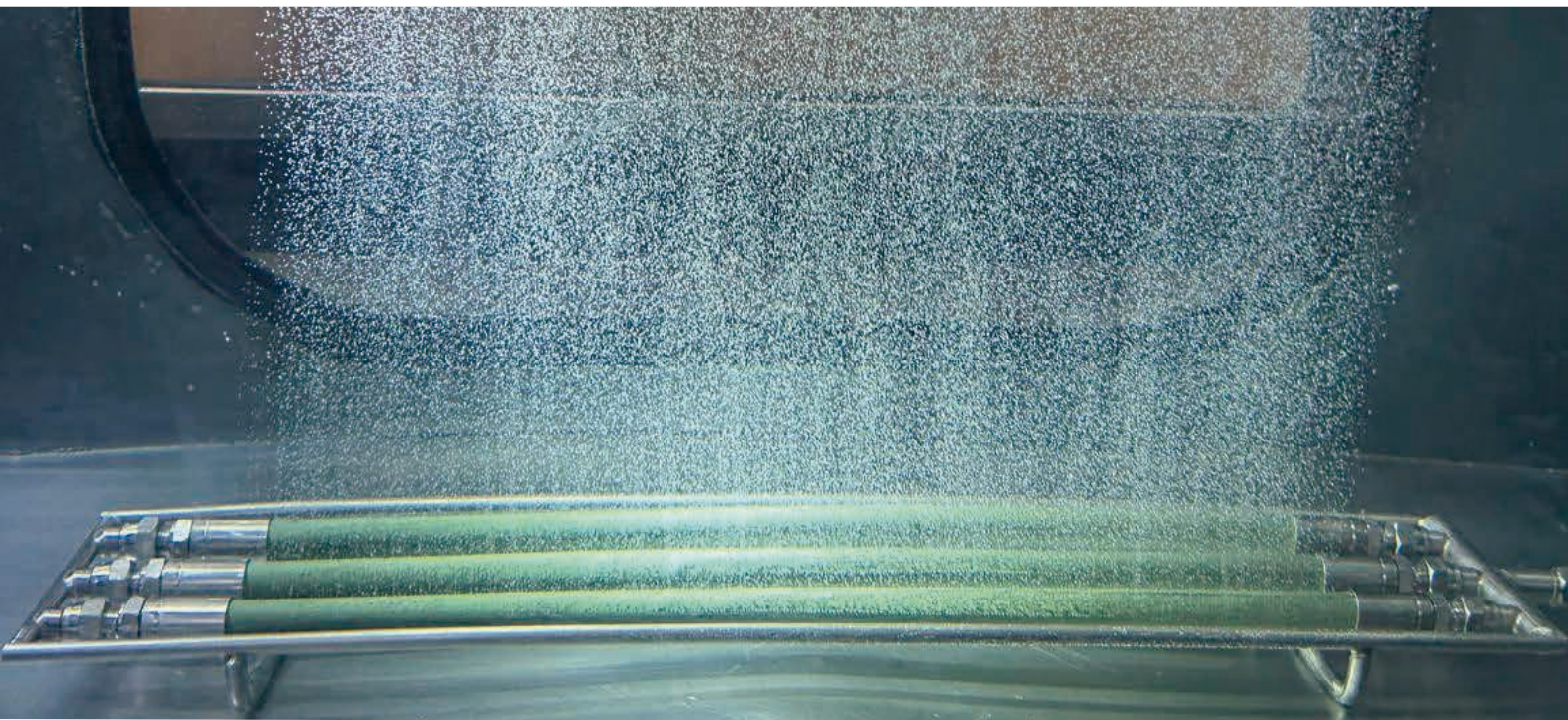
En definitiva, apostar por el salmón chileno es apostar por un futuro más saludable, más justo y más sostenible. Tenemos el conocimiento, las condiciones naturales y la experiencia. Solo falta definir un rumbo comunicacional consistente y dirigir el timón en ese camino. **■**





VitaDiTM Flat Frame

Innovación en oxigenación acuícola



Igual de eficiente que los difusores cerámicos tradicionales
Optimización del oxígeno con microburbujas de alta transferencia
Menor estrés y mayor crecimiento para los peces



**MENOR COSTO
OPERATIVO**



**DISEÑADO PARA
EXIGENCIAS EXTREMAS**



**EFICIENCIA
COMPROBADA**

**¿QUIERES
MEJORAR LA
OXIGENACIÓN EN
TUS CENTROS?**

¡Contáctanos!



Karen Cruz Amengual es nutricionista y académica, con más de 20 años de experiencia en docencia e investigación en nutrición clínica y salud pública. Actualmente se desempeña como Jefa de Carrera de Nutrición y Dietética en la Universidad SEK. Ha liderado proyectos de promoción de la salud alimentaria y colabora activamente en iniciativas de educación nutricional en comunidades escolares.

Salmón: Un superalimento esencial para la salud de los chilenos

Por **Karen Cruz Amengual**,
Jefa de Carrera de Nutrición y Dietética, Universidad SEK

Chile, como uno de los principales productores mundiales de salmón, tiene un acceso privilegiado a un alimento que, desde el punto de vista nutricional, debiese ser protagonista en nuestra mesa. Sin embargo, existe una paradoja que debemos enfrentar: mientras exportamos toneladas de salmón de excelente calidad al mundo, nuestro propio consumo interno aún es bajo en comparación con su beneficio potencial para la salud pública.

Desde la perspectiva nutricional, el salmón destaca como una fuente valiosa de ácidos grasos poliinsaturados omega-3 (EPA y DHA), los cuales han sido ampliamente estudiados por sus efectos positivos en la prevención de enfermedades cardiovasculares. La evidencia científica ha demostrado que el consumo regular de pescado azul, como el salmón, puede disminuir los niveles de triglicéridos en sangre, reducir la presión arterial y



Karen cruz, refuerza la importancia de incluir este producto en las dietas geriátricas.

prevenir arritmias cardíacas. A esto se suma su alto contenido de proteínas de alto valor biológico, esenciales para el desarrollo y mantenimiento de tejidos, especialmente importantes en niños, embarazadas, deportistas y adultos mayores.

Además, este alimento es rico en vitaminas liposolubles como la D y la A, fundamentales para la salud ósea, visual y del sistema inmunológico. El salmón también contiene vitaminas del complejo B, claves en el metabolismo energético, y minerales como el selenio y el fósforo, que actúan como antioxidantes naturales y ayudan a proteger nuestras células del daño oxidativo.

Un estudio realizado en 2023 por el Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA) de la Universidad de Chile, demostró por primera vez que el consumo de salmón contribuye a reducir la inflamación en adultos mayores, un hallazgo

que refuerza la importancia de incluir este producto en las dietas geriátricas. Esta es una población que requiere un enfoque especial, dada la alta prevalencia de enfermedades crónicas y el riesgo de desnutrición que muchas veces enfrentan.

Sin embargo, y a pesar de estos beneficios comprobados, en Chile el consumo per cápita de salmón todavía no refleja su real potencial: cifras del último estudio del IFOP indican que, aunque ha habido un alza en los últimos años, seguimos muy por debajo del promedio recomendado. Esto representa una oportunidad para fomentar políticas públicas que promuevan el acceso económico al salmón, así como campañas educativas sobre su valor nutricional.

Como nutricionista y formadora de nuevos profesionales, creo firmemente que tenemos una responsabilidad en promover hábitos

alimentarios saludables y culturalmente viables. Incluir salmón al menos dos veces por semana en nuestras preparaciones (ya sea al horno, a la plancha o en ensaladas frías), es una forma sencilla y sabrosa de cuidar nuestra salud desde la alimentación.

Fomentar el consumo de salmón no sólo es una decisión inteligente desde el punto de vista nutricional, sino también una oportunidad para reconocer la riqueza de nuestros recursos naturales y revalorizar la producción nacional con sentido de bienestar.



Meyling Tang. Fotografía: Gonzalo Carrasco



Mariscadores Bahía Corral

Hay más peces en el mar

Por Meyling Tang,
Vicepresidenta Fundación Cocinamar,
Socia fundadora Tres Peces

En las regiones de Antofagasta, Arica, Atacama, Coquimbo, Metropolitana, Valparaíso, la reineta es el pescado más consumido. En tanto, en las regiones del Bío-Bío y Ñuble la preferida es la merluza común, mientras que en Los Lagos lidera el salmón.

Para obtener esos resultados más de mil personas fueron encuestadas por Instituto Milenio en Socio-Ecología Costera (SECOS) sobre el consumo de productos marinos en Chile.

En específico se revela que en promedio en Chile se consumen 3,6 veces al mes pescado y 2,3 veces al mes mariscos. Además, destaca que los productos marinos se consumen mayoritariamente en el hogar (90%), y que el pescado más consumido a nivel nacional es la reineta (41,5%), mientras que el marisco más común es el chorito (33,5%).

Según datos del Servicio Nacional de Pesca, hay más de 200 especies hidrobiológicas que los pescadores pueden extraer del agua en forma legal a nivel nacional, sin embargo, nuestras mesas y las cartas de los restaurantes ofrecen pocas alternativas.

En algún punto dejamos de comprar y comer pescados y mariscos. Quizás también dejamos de tener un casero o una caleta para hacer la compra directa y con confianza. O simplemente dejamos de tener tiempo para filetear pescado y cocinar en familia.

Hace siete años abrimos un restaurante en Valparaíso llamado Tres Peces, (@trespecesvalparaiso) con la idea de comprar directo a pescadores y acuicultores de pequeña escala (APE) alimentos del mar en forma sostenible y de origen legal. A cada uno le preguntamos lo que tienen en el agua, y especialmente compramos lo que no tiene demanda. Pagamos al día. Todo 100 por ciento trazable y legal. Así hemos logrado desarrollar una logística para abastecernos de pescados, mariscos y algas desde 40 caletas de todo Chile. Nuestra carta es flexible y se adapta todas las semanas a lo que la mar nos da. No tenemos otras carnes ni menú de niño.

En estos años hemos utilizado en nuestra cocina de Tres Peces más de 100 especies distintas, dando a probar alimentos sostenibles a un público que llega preguntando por reineta.



Langosta en Juan Fernandez



Restaurante Tres Peces

Incluso, algunos leen la carta de Tres Peces y al no reconocer ningún nombre de los pescados tradicionales como reineta, salmón o merluza común, nos preguntan ¿Y no tiene pescado? Sin identificar a la vidriola, la breca o los salmonetes como alimentos del mar.

¿Qué ha pasado? El restaurante se llena desde que abrimos hasta que cerramos y la gente sale feliz por haber vuelto a disfrutar de un pejerrey frito, un caldillo con sabor o un shot de piure. Conclusión: hay más fanáticos del mar en Chile de lo que nos podíamos imaginar, pero la logística de distribución de los alimentos desde las caletas está al debe. Somos un país privilegiado por la riqueza de biodiversidad marina, pero con una logística débil y una falta de infraestructura de mercados y pescaderías a lo largo de Chile. Ello provoca que la cadena de comercialización sea larga –al menos hay 6 intermediarios, en promedio, desde el bote a la mesa–, por lo tanto, el pescado se convierte en un alimento caro y solo destinado a ocasiones especiales.



Restaurante Tres Peces

Como respuesta, creamos una pescadería móvil, acreditada por Sernapesca y con sello azul, que nos permite aplicar lo que hemos aprendido en estos años sobre diversificar el consumo de pesca responsable y ser un intermediario ético para abastecer a restaurantes. En menos de un año ya comercializamos a más de 15 restaurantes de la zona central, conectando a las caletas y al mundo gastronómico. Tres Peces pescadería móvil (@trespecespescaderia) fue premiada en 2024 como mejor contribución en México y como una de las 50 innovaciones destacadas en la

industria chilena por Transforma Alimentos.

Citando a Daniel González, presidente del Sindicato de pescadores del Archipiélago de Juan Fernández, “si el país enfrentara alguna crisis internacional, solo con el pescado que se captura en Robinson Crusoe se podría alimentar a toda la población de Chile”.

Tenemos más de 450 caletas y más de 100 mil pescadores que quieren llevar lo que pescan o cosechan a sus mesas. Solo falta que usted se vuelva a encantar con este mar sabroso.

Queremos contribuir al éxito de nuestros clientes con redes que aseguran el resultado de su negocio



www.fimar-corp.com



Dra. Vivi Koletsi

Mejorando las defensas cutáneas y branquiales en la acuicultura

Por la Dra. Vivi Koletsi,
Global Technical Support,
Technology Group de Alltech

En la acuicultura, mantener una adecuada salud de los peces es fundamental para evitar pérdidas económicas significativas. Aunque la salud intestinal suele ser el foco principal, la piel y las branquias también representan líneas de defensa críticas. Este artículo explora el potencial de ingredientes funcionales en la dieta —en particular, la fracción rica en mananos (MRF, por sus siglas en inglés), una forma refinada de los manano-oligosacáridos— para fortalecer dichas defensas. Descubra la ciencia detrás de estas innovaciones y sus beneficios prácticos para avanzar hacia una acuicultura más sostenible.

Prebióticos

Los prebióticos se incorporan habitualmente en las formulaciones de alimentos para peces como ingredien-

tes funcionales, con el objetivo de apoyar las funciones inmunológicas normales y mejorar la absorción de nutrientes, la digestión y, en última instancia, el desempeño del animal. Gibson y Roberfroid (1995) definieron un prebiótico como “una fibra no digestible que puede estimular el crecimiento y la actividad de bacterias beneficiosas en el intestino, y que ejerce un efecto positivo en el hospedador”. Además de su capacidad para competir eficazmente con bacterias patógenas y dificultar su adhesión, estas bacterias beneficiosas pueden fermentar los sustratos prebióticos, lo que da lugar a la producción de ácidos grasos de cadena corta. Estos compuestos ayudan a mejorar las funciones intestinales mediante el aumento de la producción de mucosa y también modulan la respuesta inmunológica (Fatima y Mansell, 2019).

De la salud intestinal a la piel y las branquias

Aunque gran parte de la investigación se ha centrado en los efectos de los prebióticos sobre la salud intestinal de los peces, otras superficies mucosas —como la piel y las branquias— suelen pasarse por alto. No obstante, tanto la piel como las branquias también actúan como una línea de defensa crucial para la salud general del pez, ya que estas amplias superficies están expuestas directamente al entorno acuático y, por lo tanto, representan objetivos primarios para la adhesión e invasión de patógenos en peces óseos. La capa de moco que recubre el epitelio de la piel y las branquias no es solo una barrera física; contiene moléculas inmunológicamente activas, elementos del tejido linfóide asociado a mucosas (MALT) y microbiota, los cuales favorecen el desarrollo y la homeostasis del sistema inmune del hospedador (Cabillon y Lazado, 2019). Sin embargo, bajo condiciones estresantes propias del cultivo de peces (por ejemplo, altas densidades de cultivo, fluctuaciones de temperatura en sistemas abiertos debido al cambio climático), puede producirse una disrupción en la relación simbiótica entre el hospedador y su microbioma, lo que genera cambios significativos en la estructura de la microbiota —favoreciendo así el crecimiento de patógenos oportunistas (Debnath et al., 2023).

Desafíos patogénicos

Los brotes de enfermedades en acuicultura se originan a partir de interacciones complejas entre los peces como hospedadores, las condiciones de cultivo y los patógenos (Figura 1; adaptado de Moreira et al., 2021). Estos brotes pueden generar problemas significativos de bienestar animal y pérdidas económicas para los productores. Agentes bacterianos y parasitarios provocan infecciones graves, impredecibles y de difícil tratamiento en las superficies de la piel y las branquias. Por ejemplo, el copépodo parásito *Lepeophtheirus salmonis*, responsable de las infestaciones de piojo de mar en centros de cultivo de salmón, ocasiona lesiones cutáneas e infecciones secundarias, y tuvo un impacto considerable en los ingresos del sector, con pérdidas financieras estimadas en 436 millones de dólares para la industria noruega en 2011 (Abolofia et al., 2017). A medida que la acuicultura continúa evolucionando, será necesario implementar estrategias sostenibles de manejo sanitario que protejan el bienestar animal y la salud, el medio ambiente y la rentabilidad de los productores (Lieke et al., 2020).

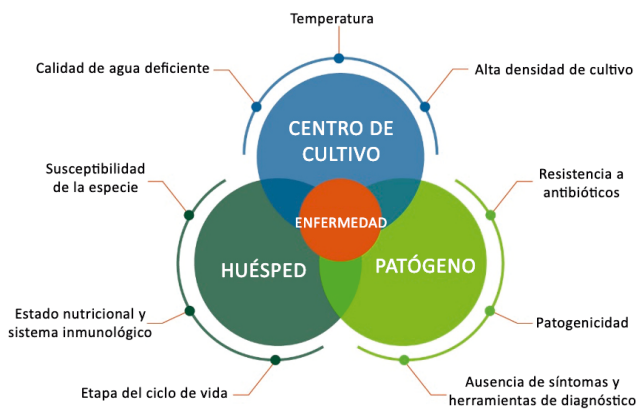


Figura 1. Principales factores que influyen en las interacciones entre patógenos, hospedadores y el entorno de cultivo en los brotes de enfermedades en peces

Fracción rica en mananos (MRF)

Según Bondad-Reantaso et al. (2023), desde la prohibición en Europa del uso de antibióticos subterapéuticos en animales, incluidos los peces, los manano-oligosacáridos se han consolidado como una estrategia alternativa clave para el manejo sanitario en acuicultura. La fracción rica en mananos (MRF; *Mannan-rich fraction*), versión refinada de los manano-oligosacáridos, se caracteriza por ramificaciones de α -(1,2)- y α -(1,3)-D-manosa conectadas a cadenas extendidas de α -(1,6)-D-manosa (Hu et al., 2024). La MRF desarrollada por Alltech se obtiene a partir de la pared celular de una cepa seleccionada de *Saccharomyces cerevisiae*, y se encuentra entre los ingredientes funcionales más estudiados en animales de producción (Spring et al., 2015).

Los resultados de diversas investigaciones respaldan el rol protector de la MRF frente a distintos desafíos sanitarios en piel y branquias de varias especies de peces, incluidos salmónidos (salmón y trucha), especies de agua dulce (bagre y tilapia), especies marinas (medregal) y peces ornamentales (carpa dorada). Algunos de estos hallazgos clave se resumen en la Tabla 1.

Fracción rica en mananos (MRF)

Según Bondad-Reantaso et al. (2023), desde la prohibición en Europa del uso de antibióticos subterapéuticos en animales, incluidos los peces, los manano-oligosacáridos se han consolidado como una estrategia alternativa clave para el manejo sanitario en acuicultura. La fracción rica en mananos (MRF; *Mannan-rich fraction*), versión refinada de los manano-oligosacáridos, se caracteriza por ramificaciones de α -(1,2)- y α -(1,3)-D-manosa conectadas a cadenas extendidas de α -(1,6)-D-manosa (Hu et al., 2024). La MRF desarrollada por Alltech se obtiene a partir de la pared celular de una cepa seleccionada de *Saccharomyces cerevisiae*, y se encuentra entre los ingredientes funcionales más estudiados en animales de producción (Spring et al., 2015).

Los resultados de diversas investigaciones respaldan el rol protector de la MRF frente a distintos desafíos sanitarios en piel y branquias de varias especies de peces, incluidos salmónidos (salmón y trucha), especies

de agua dulce (bagre y tilapia), especies marinas (medregal) y peces ornamentales (carpa dorada). Algunos de estos hallazgos clave se resumen en la Tabla 1.

Funciones protectoras

Ensayos de alimentación sin la presencia de desafíos patógenos ya han demostrado el potencial de la fracción rica en mananos (MRF) para apoyar el funcionamiento normal de la barrera inmunológica mucosa. En un estudio con trucha arcoíris, se observó un aumento en la producción de moco cutáneo tras 12 semanas de alimentación con MRF (Rodríguez-Estrada et al., 2013); y en estudios realizados con carpas doradas (Huang et al., 2022; Liu et al., 2024), se reportaron lamelas branquiales más largas, mayor grosor de la capa dérmica densa de la piel, incremento en el número de células mucosas en los tejidos de piel y branquias, así como una expresión aumentada de genes relacionados con Mucina-2, receptores de manosa, fagocitosis e inflamación, después de 60 días de alimentación con MRF.

Los resultados de otros ensayos realizados en diferentes especies de peces han confirmado la activación de los mecanismos necesarios para respaldar el funcionamiento normal de las barreras inmunológicas mucosas, reducir la adhesión de bacterias patógenas e influir positivamente en las respuestas inmunitarias de los peces desafiados que fueron alimentados con MRF. Por ejemplo, la suplementación dietaria con MRF en salmones del Atlántico (Dimitroglou et al., 2011) se asoció con una disminución en el número total de copépodos parásitos *Lepeophtheirus salmonis* y *Caligus elongatus* adheridos al epitelio, lo que también se reflejó en una menor proporción de peces infectados por piojo de mar (Figura 2A).

En carpa herbívora, la suplementación con MRF ayudó a mitigar el daño cutáneo (Figura 2D) provocado por la bacteria *Aeromonas hydrophila* (Lu et al., 2021). Una observación similar se registró en medregal (*greater amberjack*) desafiado por el parásito monogéneo *Neobenedenia girellae* (Fernández-Montero et al., 2019), donde se observó una reducción significativa en el número de parásitos por superficie del pez, así como una menor longitud total de los parásitos en individuos alimentados con MRF (Figura 2B).

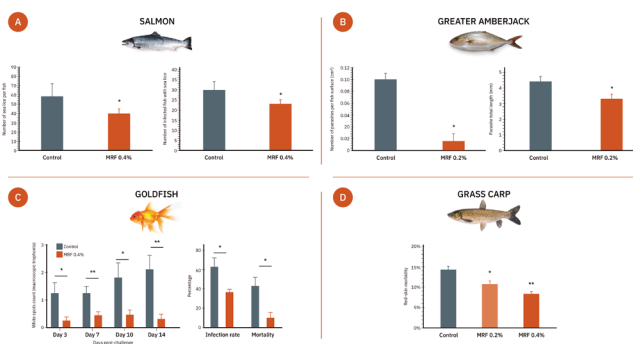


Figura 2

Especie	Patógeno	Enfermedad	Superficie mucosa	Dosis MRF	Resultados del uso de MRF vs. dieta control	Referencia
Salmón del Atlántico (<i>Salmo salar</i> L.)	<i>Lepeophtheirus salmonis</i> , <i>Caligus elongatus</i> (copépodos)	Infestación ectoparasitaria conocida comúnmente como piojo de mar	Piel	0,4%	Reducción en el conteo de piojos de mar adheridos a los peces y en el número total de peces infectados	Dimitroglou et al., 2011
Trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	<i>Aeromonas salmonicida</i> (bacteria)	Furunculosis	Piel	0,25% y 0,5%	Aumento en la producción de moco cutáneo y disminución en la tasa de mortalidad acumulada tras el desafío	Rodríguez-Estrada et al., 2013
Bagre de canal (<i>Ictalurus punctatus</i>)	<i>Flavobacterium columnare</i> (bacteria)	Columnaris	Piel y branquias	0,1%	Aumento en la tasa de supervivencia acumulada	Zhao et al., 2015
Carpa herbívora (<i>Ctenopharyngodon idella</i>)	<i>Aeromonas hydrophila</i> (bacteria)	Septicemia por <i>Aeromonas</i> móviles (MAS)	Piel	0,04%	Alivio del daño cutáneo (reducción de la morbilidad y síntomas de enrojecimiento)	Lu et al., 2021
Medregal (<i>Seriola dumerili</i>)	<i>Neobenedenia girellae</i> (parásito monogeneo)	Infestación ectoparasitaria	Piel	0,2%	Reducción en el número de parásitos por unidad de superficie del pez y en la longitud de los parásitos, en comparación con una dieta control o una suplementada con extractos herbales.	Fernández-Montero et al., 2019; Fernández-Montero et al., 2021
Carpa dorada (<i>Carassius auratus Linnaeus</i>)	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i> (protozoo)	Enfermedad del punto blanco, también conocida como 'ich'	Piel y branquias	0,4%	Menor tasa de infección y mortalidad, hallazgos histopatológicos mínimos e invasión de ich en el tejido branquial, mayor grosor de la capa dérmica de la piel, mayor número de células mucosas en piel y branquias, mayor concentración de IgT y actividad de fosfatasa alcalina en piel y branquias, mayor expresión de Mucina-2, menor expresión de IL-1 β en piel y branquias, y mayor expresión de la citocina inflamatoria interleucina IL-10 en branquias.	Huang et al., 2022
Carpa dorada (<i>Carassius auratus Linnaeus</i>)	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i> (protozoo)	Enfermedad del punto blanco, también conocida como 'ich'	Branquias	0,4%	Menor tasa de infección y síntomas clínicos, mayor respuesta fagocítica, mayor expresión de genes de receptores de manosa, mayor expresión de genes asociados a fagocitosis y menor expresión de genes proinflamatorios (IL-1 β , IL-17, IL-8, TNF- α , NFKB)	Liu et al., 2024

Tabla 1: Resumen de estudios en diversas especies de peces que investigaron el potencial de la MRF para proteger la salud de piel y branquias frente a desafíos sanitarios comunes en acuicultura.

En carpas doradas desafiadas por el protozoo parásito *Ichthyophthirius multifiliis* — causante de la enfermedad del punto blanco o ich — otro grupo de investigación demostró una reducción significativa en el número de puntos blancos y una menor tasa de infección tras la alimentación con dietas suplementadas con MRF (Huang et al., 2022; Figura 2C).

La influencia protectora de la fracción rica en mananos (MRF) ha sido evaluada no solo a través de la reducción en el número de parásitos y en los síntomas clínicos observados en las superficies de piel y branquias, sino también mediante la mayor resiliencia observada en peces infectados. Diversos estudios han reportado tasas de supervivencia acumulada significativamente más altas — incluyendo trucha arcoíris alimentada con MRF y desafiada con *Aeromonas salmonicida* (Rodríguez-Estrada et al., 2013), alevines de bagre de canal alimentados con MRF y desafiados con *Flavobacterium columnare* (Zhao et al., 2015), y carpas doradas alimentadas con MRF y desafiadas con *Ichthyophthirius multifiliis* (Huang et al., 2022). Estos estudios atribuyen dicha protección al efecto positivo del MRF, el cual se correlaciona con la alteración en la expresión de citocinas inflamatorias y sustancias inmunoactivas (por

ejemplo, actividades de lisozima y fosfatasa alcalina), que favorecen los procesos de resolución y reparación.

Para profundizar en la comprensión del mecanismo de acción de la fracción rica en mananos (MRF), recientemente se llevó a cabo una investigación en carpas doradas utilizando Ich como modelo de desafío sanitario (Liu et al., 2024). Los nuevos hallazgos obtenidos a partir del análisis transcriptómico del estudio de Liu et al. (2024) sugieren que la MRF se une a los receptores de manosa en los macrófagos de los peces, estimulando su función fagocítica, promoviendo la inmunidad inespecífica y atenuando las infecciones parasitarias a través del rol inmunomodulador de la MRF.

Conclusión

Las enfermedades generan pérdidas significativas en las operaciones acuícolas. Por ello, invertir en técnicas de control y mitigación resulta esencial para la sostenibilidad económica de los centros de cultivo — especialmente si se considera el impacto aún incierto del cambio climático sobre los agentes infecciosos. Tal como lo ha demostrado la investigación, herramientas dietarias naturales como la tecnolo-

gía MRF representan soluciones costo-efectivas que permiten a los nutricionistas formular dietas capaces de fortalecer las barreras mucosas físicas, dificultar la adhesión de bacterias patógenas y apoyar las respuestas inmunológicas normales. Esta amplia base de estudios respalda la protección integral ofrecida por la MRF más allá del intestino, destacando sus efectos protectores adicionales sobre las superficies de piel y branquias en diversas especies.

CONTROL INTELIGENTE PARA UNA ALIMENTACIÓN EFICIENTE Y SOSTENIBLE

La compañía nacional 3se, a través de su marca Aisberg Natural Intelligence, lleva más de 12 años desarrollando soluciones basadas en Visión Artificial, transmisión y centralización de información, control y alimentación remota, y pronóstico de variables ambientales.

Descubre nuestras soluciones para mejorar la eficiencia en la alimentación y lograr una acuicultura rentable y sostenible:

FEEDING INTELLIGENCE

Software que permite reconocer la actividad de los peces entregando un indicador objetivo y certero.

Componentes de Feeding Intelligence:


Feeding Assistant Monitoreo del indicador de actividad, videos y variables claves en tiempo real.

Feeding Evaluator Plataforma de gestión de información y datos que incluyen: indicador actividad, sensores, alimentación y otros.

Pellet - AI Identificación de pérdida potenciales de pellet



 Reducción de factor de conversión de 1.16 a 1.08

 Durante el 2023, el sistema ha operado en más de 350 jaulas

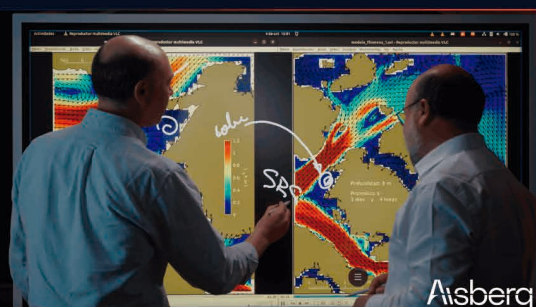
CONTROL Y OPERACIÓN REMOTA

AISBERG CONTROL CENTER

Plataforma web que ofrece un Dashboard con información de las variables relevantes para la alimentación.

REMOTE FEEDING

Software que integra diferentes sistemas relacionados con la alimentación, sensores, procesos y otros. Toda esta información se integra, comprime y se transmite en tiempo real



PRONÓSTICO AMBIENTAL PRODUCTIVO

Pronósticos de hasta 72 horas para variables como viento, radiación, temperatura, salinidad, nivel del mar, mareas, oxígeno, flujo de oxígeno, entre otras. Los pronósticos se adaptan a las condiciones ambientales específicas del área del centro de cultivo



Aquabyte no solo ofrece una solución tecnológica innovadora, sino que actúa como un apoyo estratégico para la toma de decisiones en salmonicultura



Tecnología de Inteligencia Artificial para maximizar el crecimiento, Salud y Rentabilidad en la Salmonicultura.

La salmonicultura enfrenta desafíos crecientes en términos de productividad, eficiencia operativa y bienestar animal. En este contexto, Aquabyte ha emergido como una solución tecnológica avanzada, combinando cámaras con visión computarizada, Inteligencia Artificial (IA) y Machine Learning para transformar la forma en que se monitorea y gestiona la salud y nutrición de los peces.

Una nutrición adecuada es la base del crecimiento óptimo y la salud de los peces. Estos dos factores son determinantes no solo para mejorar el rendimiento biológico, sino también para reducir costos, prevenir enfermedades y garantizar un producto final de alta calidad.



Desde la estimación de biomasa hasta el bienestar animal

El uso más extendido de la tecnología Aquabyte hoy en día es la estimación automática de biomasa. Esta solución permite monitorear el crecimiento de los peces sin necesidad de manipulación, entregando datos continuos y confiables. Además, el equipo de Insight de Aquabyte colabora estrechamente con los clientes para desarrollar reportes personalizados como los informes de cosecha, en los que, a través de modelos de Machine Learning, es posible proyectar el peso estimado al momento de la cosecha con alta precisión. Complementariamente, el sistema puede

estimar el porcentaje de peces clasificados como “premium” en función de diferentes indicadores externos. Esta funcionalidad entrega a las empresas herramientas para anticiparse a eventos sanitarios, coordinar cosechas diferenciadas y aplicar medidas correctivas en forma temprana.

Si bien la bioestimación sigue siendo una función clave, el potencial de la plataforma va mucho más allá. “Nuestro equipo ha identificado más de 15 aplicaciones prácticas distintas del sistema, desde validaciones de protocolos hasta la evaluación comparativa de dietas funcionales”, comenta Karina Gajardo, especialista de Aquabyte. Por ejemplo, utilizando el módulo de Bienestar, es posible evaluar el



Karina Gajardo, Veterinaria con un doctorado en nutrición en NMBU (Noruega). Sales Senior Manager, Especialista de Aquabyte

efecto de ingredientes funcionales en la recuperación de lesiones, progresión de cataratas o lesiones en escamas por mencionar algunas. Esta información permite validar el impacto de estrategias nutricionales específicas en campo, generando evidencia objetiva y directamente aplicable. Asimismo, los datos generados por Aquabyte permiten realizar benchmarking de crecimiento entre jaulas que usan diferentes programas alimenticios o dietas, identificando oportunidades de mejora en la formulación o estrategia de alimentación.

Una de las innovaciones más recientes es el análisis del comportamiento de los peces mediante video, el cual entrega una perspectiva complementaria al monitoreo tradicional. Este módulo permite detectar patrones de comportamiento asociados a estrés o condiciones subóptimas del entorno. “Al estar observando cómo se comportan los peces, podemos analizar situaciones que causan estrés, lo cual impacta directamente en la eficiencia alimenticia y en los costos de producción”, señala Karina Gajardo. “Peces que presentan un comportamiento normal tienden a aprovechar mejor los nutrientes, manteniendo tasas de conversión más estables y mejorando la sostenibilidad de la operación”.

Aquabyte no solo ofrece una solución tecnológica innovadora, sino que actúa como un apoyo estratégico para la toma de decisiones en salmónica. “Al integrar el monitoreo de crecimiento, salud, bienestar y comportamiento en una misma plataforma, las empresas pueden avanzar hacia una producción más eficiente, sustentable y rentable. En un entorno donde la precisión y la anticipación marcan la diferencia, ver más realmente permite tomar mejores decisiones” concluye Karina.



¿Dónde comen los salmones del futuro?

Por Felipe Soto Chace,
Periodista de InfoSALMON

En conversación exclusiva para esta crónica de InfoSALMON, representantes de Australis, Salmones Austral, Salmones Camanchaca, AquaChile, Salmones Antártica y la proveedora de alimento acuícola BioMar comparten cómo integran tecnologías e innovación para reinventar la forma en que nutren a sus peces frente a las condiciones, muchas veces impredecibles, que impone el mar. La constante en este recorrido es que aquí no se fabrican tornillos, sino adaptabilidad.



Óscar Bravo, Asistente Técnico en BioMar.
Fotografía: LinkedIn

“Siempre en la industria se habla de que tú no estás fabricando tornillos”

En una planta de BioMar, productora de alimentos para la industria acuícola, Óscar Bravo observa una muestra de alimento para peces. Desde Puerto Montt, el asistente técnico habla con la experiencia de quien conoce el proceso desde dentro. *“Siempre en la industria se habla de que tú no estás fabricando tornillos”*, dice, marcando distancia entre la producción de salmones y cualquier proceso estrictamente industrial.

En acuicultura, esa sistematización no existe. Bravo, ingeniero en Acuicultura, lo explica con claridad: *“No es tan directo, porque hay una parte muy importante en que tú no controlas nada, que es el medio ambiente”*. Esa imprevisibilidad convierte al cultivo de salmones en una actividad sometida a factores que, muchas veces, escapan del todo al control humano. *“En agua dulce es un poco distinto, porque tú tienes más control de las cosas”*, plantea.

Desde su experiencia en BioMar, detalla cómo esta variabilidad incide directamente en los productos que elaboran: *“De repente hay periodos súper buenos y otros donde todo parece indicar que será un buen año, y de repente pasó algo, y se genera el conflicto”*.

Distingue así dos realidades: una más controlada en pisciculturas y otra mucho más incierta en el mar. *“Entonces, dependiendo un poco de todas esas condiciones que se están dando en el ambiente donde tú estés cultivando, hay ciertos requerimientos nutricionales, que es donde también entran las empresas productoras de alimentos”*, detalla. Incluso en ese escenario cambiante, hay un principio que no se transa: *“Tú tienes un cliente al que tienes que tratar de satisfacer sus necesidades, como cualquier cliente de cualquier rubro en el fondo. Pero en este caso hay condiciones que son un poco distintas y hay demanda nutricional también que ha ido evolucionando y cambiando en el tiempo”*.

Bravo agrega que enfermedades como el SRS obligan a adecuar las dietas para mantener sanos a los peces. *“Si tú tienes un plantel de peces que está enfermo, no deberías dejarlos que estén ahí expuestos a la enfermedad... Entonces, ahí hay un requerimiento, por ejemplo, de un alimento medicado, y es ahí donde nosotros fabricamos una dieta especial”.*

En ese marco, la innovación no puede quedarse en la nutrición tradicional. *“Hay un montón, en realidad, de productos que se van incluyendo en el alimento que no tienen un fin netamente nutricional”*, explica Bravo, y subraya que estos compuestos cumplen funciones específicas, *“por eso se denominan dietas funcionales”.*

El salto decisivo de Australis y la alimentación totalmente remota

Más cerca del lago Llanquihue, Jorge Barría, jefe de Alimentación de Salmones en Australis, describe el salto tecnológico de la empresa con una frase directa: *“Durante 2024 dimos un paso decisivo, iniciando la alimentación 100% remota desde nuestra Sala Central ubicada en Puerto Varas”.*

El ingeniero en Acuicultura señala que esto permitió unificar la operación de los centros de agua mar, incluyendo aquellos emplazados en zonas extremas como Magallanes. El proceso, calificado como un verdadero hito tecnológico y operativo, requirió coordinación entre múltiples departamentos y una ejecución precisa, pese a los desafíos logísticos.

“Estamos convencidos de que la innovación tecnológica no solo optimiza la eficiencia en la alimentación de peces, sino que fortalece el control operativo, mejora la trazabilidad y permite una toma de decisiones más precisa y sostenible”, afirmó Barría. La implementación ha permitido, además, aplicar ajustes más oportunos según la demanda alimenticia de los peces.

Para Australis, la alimentación remota generó una mayor estandarización operativa, facilitando la toma de decisiones en tiempo real y reduciendo las brechas entre centros. Así, la empresa asegura



Sala de Alimentación Remota de Australis.
Fotografía: cedida

estrategias y una respuesta más rápida ante cualquier contingencia.

En Camanchaca miran más allá de “vegetalizar” la dieta

Desde Salmones Camanchaca, Gerardo Ayarte, subgerente de Gestión de Alimentación, comparte otra mirada sobre el vínculo entre innovación, eficiencia y sostenibilidad. La empresa ha incorporado múltiples avances tecnológicos tanto en agua dulce como en agua mar, con el objetivo de optimizar la alimentación y reducir el impacto ambiental.



Gerardo Ayarte, Subgerente de Gestión de Alimentación. Salmones Camanchaca.
Fotografía: LinkedIn

Ayarte, ingeniero civil industrial y biólogo marino, destaca la implementación de una sala de gestión y análisis de alimentación que opera desde 2023. Esta infraestructura entrega datos en tiempo real gracias a sistemas de inteligencia artificial, lo que permite afinar los procesos y ajustar las raciones con precisión



Centro de Agua Mar Punta Islotes.
Fotografía: Salmones Camanchaca

según el comportamiento de los peces y las condiciones del entorno. A esto se suma la automatización, el monitoreo continuo, la incorporación de sensores inteligentes y la gestión centralizada. *“La nutrición es, claramente, una de las áreas donde se ha visto una innovación importante en la industria del salmón durante las últimas décadas”*, señala.

Frente al avance de las fuentes vegetales como alternativa a la harina y aceite de pescado, Ayarte advierte: *«La sostenibilidad no se alcanza solo por “vegetalizar” la dieta»*. Agrega que es clave *“considerar el impacto que estas materias primas pueden tener sobre la biodiversidad y los ecosistemas en sus zonas de origen. Por eso, indicó que para que una alternativa vegetal sea realmente una buena opción, debe provenir de fuentes responsables, trazables y certificadas”*.

Starlink hasta en el centro más remoto de AquaChile

En AquaChile, José Manuel Schwerter, gerente de Producción/Farming, pone el foco en la conectividad como motor del cambio. *“Hoy todos los centros de AquaChile cuentan con Starlink; centros que históricamente no tenían acceso a internet, hoy lo tienen, y con la mejor calidad”*.

Gracias a esta conexión, los encargados de alimentación pueden operar de forma remota, incluso en centros ubicados a más de 300 kilómetros de Puerto Montt. *“Tenemos centros alimentados de manera remota”*, afirmó.

La empresa ha incorporado cámaras



José Manuel Schwerter, Gerente de Producción / Farming. AquaChile
Fotografía: LinkedIn

subacuáticas, sensores de variables ambientales como oxígeno y temperatura, y sistemas automáticos de alimentación. *“El gran salto del último tiempo diría que se ha dado en la mejora en conectividad y en el análisis de información en tiempo real”*, sostuvo.

Actualmente, las cámaras detectan la caída de pellets y el comportamiento de los peces, y los sistemas generan recomendaciones instantáneas para ajustar la alimentación. *“Esto permite optimizar la entrega del alimento, evitar pérdidas y maximizar el crecimiento”*, asegura Schwerter.

Junto a esto, indicó que se implementó un sistema de rastreo en tiempo real de los barcos que transportan alimentos. *“Estos son monitoreados a través de una torre de control, donde se toman decisiones en línea para evitar cualquier quiebre de stock que pueda generar una merma en la alimentación. Sin esta tecnología es mucho más complicado de controlar”*, detalló.



AquaChile conectó a la localidad magallánica de Puerto Edén a internet satelital a través de Starlink. Fotografía: AquaChile



Pedro Cortés, Subgerente de Alimentación y Nutrición Salmones Austral. Fotografía: LinkedIn

La precisión de Salmones Austral para que nada se pierda en el mar

Es la tónica en el recorrido de modernización de las diversas productoras de salmón el uso del manejo remoto junto a la automatización. Desde Salmones Austral, Pedro Cortés, subgerente de Alimentación y Nutrición, compartió su experiencia. Tanto en los centros de cultivo de agua dulce como en los de agua mar, la firma ha incorporado sistemas de alimentación automatizados que permiten una alimentación precisa y eficiente.

A esto se suma el monitoreo remoto, que el ejecutivo explicó así: *“La alimentación remota permite supervisar y controlar los sistemas de alimentación y estandarizar la estrategia de alimentación”*. Agregó que este proceso incluye sensores y sistemas de análisis de datos que *“ayudan a optimizar la alimentación y detectar problemas potenciales”*.

Cortés enumeró múltiples beneficios operativos concretos de este proceso: *“Mayor eficiencia: reducción de costos y optimización del uso de alimentos”*, además de mejoras en la salud integral de los peces gracias a una alimentación más

oportuna. *“La alimentación más precisa lleva a casi cero la cantidad de alimento no consumido, lo que puede ayudar a mantener nuestras concesiones y la calidad del agua”*, dijo.

Por lo demás, expuso que el monitoreo remoto ha cambiado la dinámica de las operaciones en los centros de cultivo: *“Permite a los operadores supervisar y ajustar la alimentación en tiempo real, reduciendo las posibles pérdidas y obteniendo el máximo potencial de crecimiento”*, sostuvo. Concluyó que lo anterior lo acompaña una *“mejora en la trazabilidad: mayor control y registro de alimentación”*, en línea con una producción más sostenible y rentable.

Investigación vegetal: innovación conjunta de Salmones Antártica y PTEC-INVA

Salmones Antártica apuesta por una transformación tecnológica orientada a la sostenibilidad, a través de su participación en el programa público-privado PTEC-INVA, impulsado por Corfo. Esta iniciativa busca desarrollar insumos vegetales de origen nacional como fuente sustentable de proteínas y aceites para la acuicultura.



En las Charlas Técnicas en el Día de Campo, INIA y Corfo abordaron el potencial de Aysén para cultivar especies vegetales destinadas a la acuicultura. Fotografía: PTEC-INVA

Daniel Nieto, médico veterinario con doctorado en Acuicultura y gerente del programa, destacó entre los principales avances el uso de lupino dulce y arvejas como base para la producción de concentrados proteicos de alto valor. Respecto al lupino dulce, se le describe como un insumo vegetal inocuo, de fácil digestión y con un perfil de aminoácidos especialmente adecuado para la nutrición de peces.

Estos ingredientes se procesan con tecnologías como el spray dryer, que transforma líquidos en polvo mediante secado rápido con aire caliente, y centrifugas tipo Sedanter, diseñadas para separar sólidos y líquidos en mezclas de alta complejidad. Así, reducen la dependencia de la harina de pescado y logran abaratar los costos de producción.

Pero la incidencia, indica Nieto, va más allá del precio. Se trata también de avanzar hacia una mayor autonomía, gracias al trabajo directo con agricultores en las regiones de La Araucanía y Aysén, y de reducir la huella de carbono al utilizar insumos locales. A eso se suma la implementación de dietas de alta digestibilidad, que disminuyen la excreción de nutrientes al fondo marino, y sistemas de

diagnóstico sanitario que ajustan las raciones según el bienestar de los peces.

No se fabrican tornillos, se fabrica adaptabilidad

Finalmente, en todo este contexto, hay una frase de Óscar Bravo, de BioMar, que vuelve como un eco frente a las condiciones del mar: *“Hay una parte muy importante que tú no controlas nada, que es el medio ambiente”*. Sin embargo, mientras el mar y la naturaleza imponen sus propias reglas, la industria salmonera responde desde el desarrollo tecnológico y la innovación.

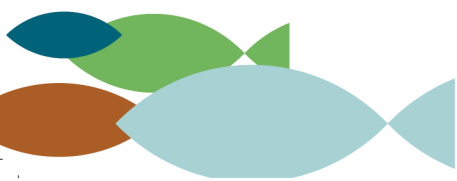
Aunque siempre está presente la idea de que aquí no se fabrican tornillos, sino que, más bien, se fabrica adaptabilidad. De todos modos, en una industria donde ya se alimenta a los peces desde puntos ubicados a cientos de kilómetros de los centros en los remotos fiordos patagónicos, es evidente que se está desarrollando un proceso con características revolucionarias.^{FS}

Aquaterra es El Omega-3 del Mañana




aquaterra®

Omega-3 de calidad. Aquaterra es la primera fuente vegetal de DHA, EPA y ALA del mundo. Producido a partir de Nufarm Omega-3 Canola, Aquaterra proporciona una cadena de suministro confiable y totalmente trazable. Las materias primas marinas están sujetas a volatilidad en volumen y precios. La innovación y la flexibilidad son esenciales para optimizar la nutrición y el rendimiento de los alimentos acuícolas. Aquaterra Advanced Omega-3 es el futuro.



#1 Estrés oxidativo y su impacto productivo

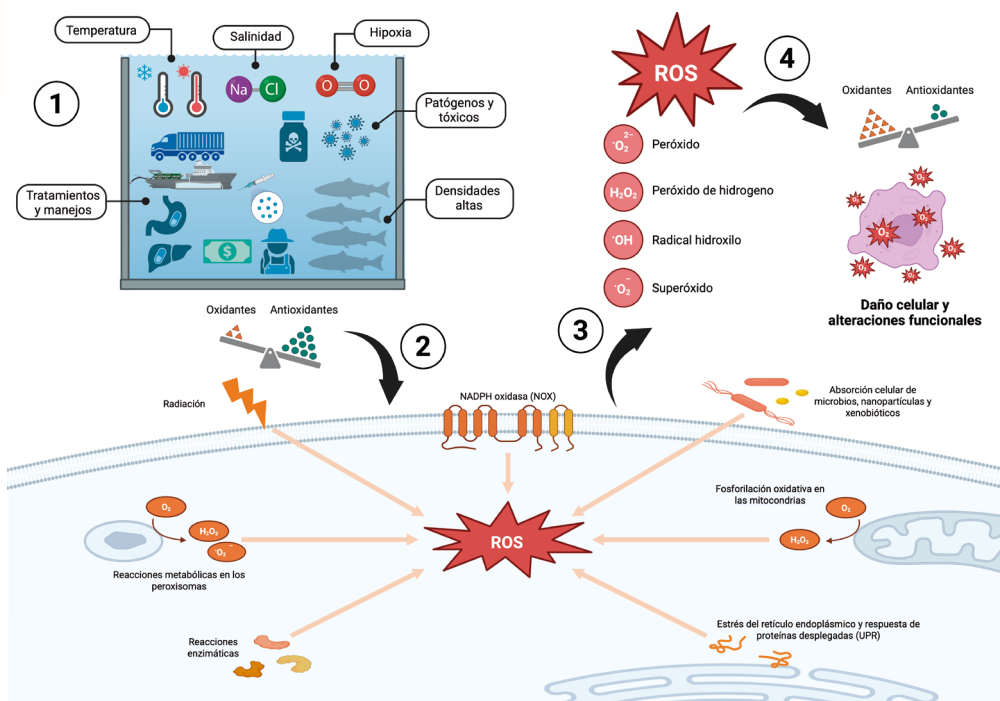


Figura 1. Esquema descriptivo de factores de estrés y sus efectos

¿Qué es la homeostasis?

Los salmones cultivados intensivamente están expuestos constantemente a múltiples factores estresantes que comprometen su homeostasis. La homeostasis se define como el conjunto de procesos fisiológicos que permiten a los peces mantener un equilibrio interno frente a las fluctuaciones del medio ambiente acuático y manejo productivo, garantizando la supervivencia en entornos variables. Este equilibrio dinámico se logra mediante mecanismos de retroalimentación negativa que involucran órganos especializados, sistemas hormonales y adaptaciones celulares.

¿Cuándo se afecta la homeostasis?

Los factores ambientales ejercen presiones significativas (Figura 1). El rango óptimo de temperatura para el crecimiento del salmón del Atlántico es de 6-16°C. El aumento incremental de temperatura de 12°C a

20°C induce la expresión de genes relacionados con el estrés, como las proteínas de choque térmico y genes inmunes. Al mismo tiempo, el salmón del Atlántico requiere aproximadamente 8 ppm de oxígeno, por lo que la hipoxia crónica puede aumentar la respuesta inmune innata constitutiva pero suprime la capacidad del sistema inmune para responder a antígenos bacterianos.

Las prácticas de manejo como manipulación y transporte, incluso las antibioterapias, también contribuyen significativamente al estrés oxidativo. Los antibióticos aumentan la formación de especies reactivas de oxígeno (ROS), induciendo estrés oxidativo y toxicidad en las células hepáticas. Las altas densidades de siembra también representan un desafío común. De esta manera, a partir de 15 kg/m³, los smolts y post-smolts pueden sufrir daños en piel y aletas, reducción del crecimiento y aumento de comportamientos agonísticos; mientras que densidades superior-

es a 26.5 kg/m³ en jaulas marinas reducen la tasa de crecimiento, la ingesta y la utilización del alimento en salmones adultos.

¿Qué es el estrés oxidativo?

El estrés oxidativo en salmones cultivados es un desequilibrio crítico entre la producción de ROS y la capacidad de las defensas antioxidantes del organismo para neutralizarlas (Figura 1). Aunque las ROS, como el anión superóxido (O₂⁻), radical hidroxilo (OH·) y el peróxido de hidrógeno (H₂O₂), son subproductos naturales del metabolismo celular y son esenciales a bajas concentraciones, su acumulación excesiva inducen daño celular. El salmón posee defensas antioxidantes enzimáticas (catalasa, superóxido dismutasa (SOD), glutatión peroxidasa (GPx), glutatión reductasa (GR), glutatión-S-transferasa (GST)) y no enzimáticas (vitaminas C y E, carotenoides) (Figura 1). Cuando estas defensas son superadas, se produce peroxidación lipídica, daño de proteínas y ácidos nucleicos, afectando la homeostasis.

¿Cuáles son las consecuencias del estrés oxidativo?

El daño celular inducido por las ROS afecta el hígado, branquias y riñones, comprometiendo funciones fisiológicas como la osmorregulación, la respiración, la reproducción y el crecimiento. En casos de crecimiento acelerado, se observa mayor incidencia de melanosis y cataratas, evidenciando el impacto sistémico del estrés oxidativo.

Las ROS también son necesarias para la defensa contra patógenos, pero su exceso compromete directamente la respuesta inmunológica al alterar patrones de expresión génica y modificar las cascadas de señalización celular. Además, las ROS pueden dañar directamente las células inmunes (células T y B), afectando funciones cruciales como la fagocitosis y la producción de citoquinas y aumentando la susceptibilidad a infecciones. A su vez, la función inmune comprometida puede exacerbar el estrés oxidativo. La evidencia muestra que mientras el estrés agudo puede activar ciertas vías inmunes, el estrés crónico puede incrementarla, pero la capacidad de respuesta a un desafío antigénico se ve comprometida.

El estrés oxidativo altera el eje hipotalámico-pituitario-interrenal (HPI). Así, se produce hormona liberadora de corticotropina (CRH) en el hipotálamo, la que induce la producción de hormona adrenocorticotrópica o corticotropina (ACTH) desde la pituitaria, la que promueve la producción de cortisol desde las células interrenales en el riñón anterior (Figura 2). Esta respuesta primaria al estrés tiene potentes efectos anorexigénicos en el cerebro, inhibiendo directamente el comportamiento alimentario (Figura 2). En la respuesta aguda, los altos niveles de CRH y cortisol, contribuyen a la supresión del apetito y la modulación de la sensibilidad de los receptores para varios neuropéptidos reguladores del apetito. El cortisol también puede

afectar negativamente la microbiota intestinal, desequilibrándola y causando problemas digestivos y de salud. El estrés agudo y crónico puede llevar a un agotamiento de la respuesta y afectar el eje de la hormona del crecimiento (GH) y factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-1) (Figura 2), ya que el crecimiento rápido incrementa el metabolismo y la producción de ROS. La adrenalina (E) y la noradrenalina (NE), producidas por la activación del eje cerebro-simpático-tejido cromafínico (CSC), preparan al pez para una acción inmediata (Figura 2), desviando la energía y el enfoque de actividades no esenciales como la alimentación.

La regulación del apetito es un proceso complejo que involucra señales del sistema nervioso central, particularmente del hipotálamo, y de órganos periféricos como el tracto gastrointestinal (colecistocinina CCK; péptido similar al glucagón 1 GLP1; péptido YY PYY), hígado (leptina LEP) y tejido adiposo (LEP). En condiciones de estrés, se produce un aumento de dopamina (DA) y serotonina o 5-hidroxitriptamina (5HT) en el cerebro. Se activan los ejes HPI y CSC que modulan la producción de neuropéptidos y hormonas orexigénicas como

neuropéptido Y (NPY) y el péptido relacionado con Agouti (ArRP), así como la grelina (GRL), junto con la activación de vías anorexigénicas como CRH, el transcrito relacionado con la cocaína y la anfetamina (CART), arginina vasotocina (AVT) y proopiomelanocortina (POMC), determinando la desregulación del equilibrio apetito-saciedad.

En conclusión, el estrés oxidativo constituye una amenaza multifacética para la salud, el bienestar y la productividad del salmón de cultivo. La gestión integral del estrés oxidativo en la práctica es esencial para la sostenibilidad y competitividad de la industria acuícola, requiriendo estrategias de manejo, genética, inmunonutrición y monitoreo continuo.

Autor:
Marco Rozas Serri, DVM, HSc, PhD
 Colaborador:
Cristian Moreno Terrazas, MBA
 Diplomado en Transferencia Tecnológica

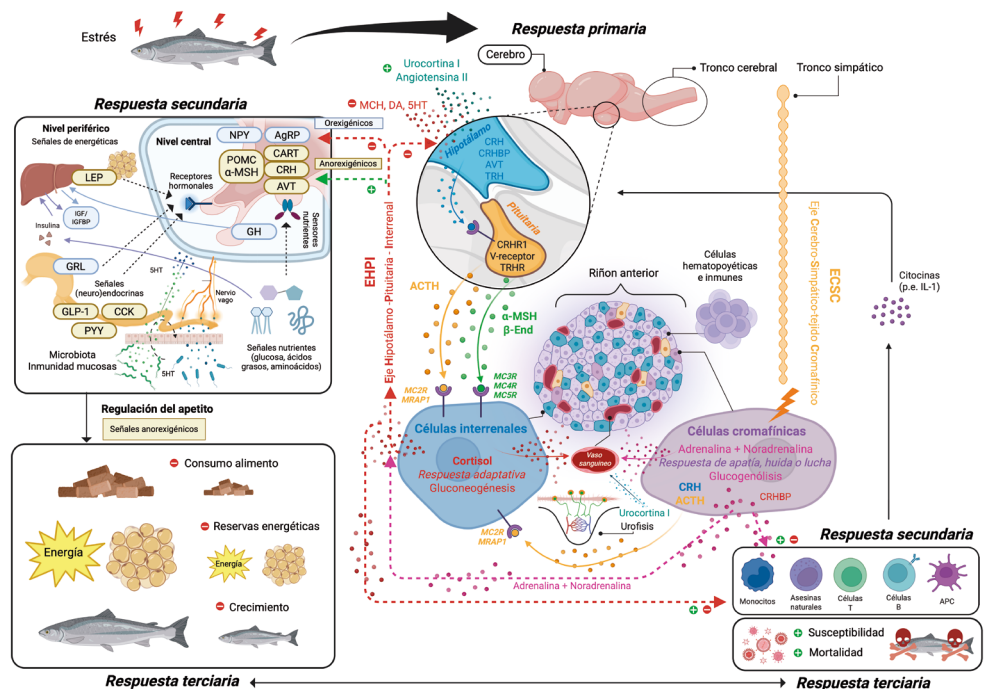


Figura 2. Los efectos fisiológicos del estrés oxidativo en salmón de cultivo

El secreto para el salmón perfecto: La estrategia de I+D+i en la formulación de dietas

Por Jocelyn Vargas Álvarez,
 Editora de Contenidos InfoSALMON



Cargill profundizará en la optimización y adopción del concepto Effective Energy
 Fotografía: Cargill

La acuicultura global, un pilar fundamental en la seguridad alimentaria mundial, enfrenta el constante desafío de optimizar la producción de manera sostenible. En el corazón de esta búsqueda de eficiencia y respeto ambiental se encuentra la investigación, desarrollo e Innovación (I+D+i) en la formulación de dietas, un campo donde gigantes como Cargill, Salmofood y Skretting invierten y enfocan estratégicamente sus esfuerzos.

¿Cuál es la estrategia de I+D+i?

En primera instancia, abordamos a Cargill, que en su negocio acuícola articula su estrategia de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en alimentación para la industria del salmón en torno a tres ejes estratégicos.

El primero de ellos es la “*comprensión diferencial de requerimientos nutricionales por especie y ciclo productivo donde cuentan a nivel global con más de 100 profesionales de I+D+i que, mediante capacidades de modelado metabólico y análisis de rendimiento, investigan las necesidades específicas de cada etapa de desarrollo del salmón. Esto les permite diseñar fórmulas adaptadas a los requerimientos de crecimiento, sanidad y calidad de carne en fases de agua dulce y agua de mar*”, señala Rodrigo Solervicens, Strategic Marketing and Technology Director en Cargill Chile.

Luego, está el eje de “*innovación en productos y plataformas digitales; a través del desarrollo de conceptos patentados como Essential Nitrogen y Effective Energy. Cargill combina investigaciones en fisiología y datos comerciales con plataformas digitales que generan planes de alimentación personalizados por centro de cultivo, manejo de stock y condiciones estacionales, maximizando la eficiencia de conversión alimenticia y reduciendo residuos nitrogenados*”.

Y el tercer eje es el “*fortalecimiento de centros globales de I+D en salmones; Cargill opera dos centros de innovación para acuicultura —en Dirdal (Noruega) y Colaco (Chile)— donde se ejecutan ensayos controlados y pruebas de campo (sea trials). Estos centros enfocan sus esfuerzos en desafíos sanitarios (p. ej. SRS,*

PRV, Ictericia, caligidosis), salud intestinal, formulaciones funcionales (nutracéuticos) y evaluación de materias primas emergentes, integrando resultados con la red global de Cargill para acelerar la transferencia tecnológica”.

Otra gran compañía que destaca por su enfoque colaborativo y estratégico es Salmofood. “Nuestra estrategia de I+D+i está orientada a diseñar y formular dietas avanzadas que integran diversas alternativas nutricionales, siempre con un fuerte compromiso con la sostenibilidad y la eficiencia funcional”, destaca Rodrigo Sánchez Luck, Gerente de I+D+i de Salmofood.

El ejecutivo manifiesta que la empresa está comprometida activamente en reducir su huella de carbono, “comenzando por la valorización del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de nuestras materias primas. Avanzamos hacia una formulación más sostenible mediante la sustitución gradual de ingredientes con alta emisión de CO₂, sin perder de vista la eficiencia en costos. Además, incorporamos materias primas renovables y de bajo impacto ambiental, alineando nuestros productos con un enfoque responsable y consciente del entorno. También, incorporamos compuestos bioactivos de origen natural, con propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, que contribuyen a mejorar la salud y el desempeño fisiológico de los peces, optimizando así la productividad y el bienestar animal”.

“Todo este proceso se desarrolla en estrecha colaboración con nuestros clientes, investigadores, universidades, centros de innovación y proveedores, integrando sus conocimientos y experiencias en la investigación aplicada. De esta forma, promovemos una innovación aplicada y personalizada que responde eficazmente a los desafíos productivos, regulatorios y ambientales de la industria salmonicultora”, asegura.

Sánchez, destaca también que la inversión de la firma en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) crece año tras año, “reflejando nuestro compromiso con una acuicultura más eficiente, sustentable y basada en evidencia científica. Esta apuesta se materializa con fuerza en la adquisición y continuo fortalecimiento de nuestro Centro

Experimental Acuícola (CEA) en Quillaípe, una infraestructura estratégica que opera como núcleo de innovación aplicada para la nutrición y salud del salmón”.

Además, enfatiza en el sello nacional de la compañía. “Toda nuestra inversión en I+D+i es 100% local. Investigamos desde y para la realidad chilena, con soluciones enfocadas en los desafíos productivos de la salmonicultura nacional. Este enfoque nos ha posicionado como una de las empresas con mayor participación en la Ley I+D, reconocimiento destacado por Corfo en los últimos años”.

Un enfoque integral también posee la conocida empresa Skretting Chile que desarrolla su estrategia de I+D+i en estrecha colaboración con Skretting Aquaculture Innovation (AI), “nuestro centro global de investigación ubicado en Noruega. Contamos con instalaciones de I+D en Chile que permiten ensayos tanto en agua dulce como en agua de mar, lo que nos da la capacidad de validar soluciones nutricionales adaptadas a las condiciones locales. Además, trabajamos con un enfoque integral que abarca formulación, ingredientes, sostenibilidad, salud y tecnología digital, apuntando a mejorar la eficiencia productiva y el bienestar de los peces”, relata Claudia Gatica, Gerente de Nutrición y Calidad de Skretting Chile.

Impacto de Essential Nitrogen y Effective Energy de Cargill

Solervicens señala que Essential Nitrogen (eN) consiste en formular dietas de manera que cada gramo de nitrógeno (proteína) aportado sea esencial para el crecimiento y mantenimiento celular del salmón, minimizando los aminoácidos innecesarios que terminan excretados como amoníaco. “Esto reduce la carga de nitrógeno al ambiente acuático, mejora la eficiencia proteica y disminuye costos de alimentación al optimizar la proporción de aminoácidos altamente digestibles y absorbibles”, explica.

Cuenta que comenzaron con esta estrategia en el ciclo 2022-2023 y diversos productores chilenos han



Cargill Innovation Center ubicado en Colaco.
Fotografía: InfoSALMON



Centro de Distribución EWOS
Fotografía: Cargill



Rodrigo Solervicens, Strategic Marketing and
Technology Director
Fotografía: Cargill

comenzado a incorporar fórmulas basadas en eN desarrolladas por Cargill EWOS, validándolas en ensayos de campo en fiordos de la Región de Los Lagos. “Los primeros reportes indican una reducción del 12 % en la excreción de nitrógeno (medido como unión a nitrógeno total) y una mejora del 3 % en la conversión alimenticia (FCR) comparado con dietas tradicionales sin el ajuste del eN”, resalta.

En cuanto a Effective Energy (EE) comenta que es la siguiente fase del desarrollo del plan de Nutrición de Precisión de Cargill. “Este concepto incorpora datos productivos de centros de cultivo y parámetros fisiológicos para ajustar los niveles de energía utilizable (carbohidratos,



Rodrigo Sánchez Luck, Gerente de I+D+i de Salmofood. Fotografía: Salmofood



Planta de procesos en Chiloé.
Fotografía: InfoSALMON

lípidos, proteínas) según condiciones geográficas, temperatura del agua, alimentación previa y precios de materias primas. El sistema utiliza un motor de modelos que simula el balance energético real disponible para el crecimiento y metabolismo del salmón, generando planes de alimentación personalizados. A través del ajuste dinámico de las dietas se logró mejorar en un 3% el FCR en promedio, en comparación con dietas previas sin EE”, destaca.

Los avances de Oxycare de Salmofood en el mercado chileno

Sánchez, asegura que “la incorporación de Oxycare en el mercado chileno ha representado un avance significativo en la nutrición funcional aplicada a la acuicultura y ha marcado un hito en la salmonicultura nacional. Su rápida adopción por parte de los productores responde a la creciente necesidad de enfrentar de manera integral las bajas de oxígeno que afectan a los cultivos de salmónes en el mar, producto del cambio climático”.

“Desarrollado por nuestro equipo científico del Centro Experimental Acuícola (CEA) como un complemento nutricional estratégico para la fase de engorda, Oxycare mejora la tolerancia de los salmónidos al estrés hipóxico, favoreciendo su adaptación durante periodos de hipoxia y reoxigenación. Su efecto se debe a la modulación génica de los genes HIF-1α y HSP90, que

activan la respuesta celular a la hipoxia e inducen la adaptación a la baja disponibilidad de oxígeno. Además, su alto contenido de polifenoles aporta beneficios antioxidantes adicionales, reforzando la salud general del pez”, detalla.

Mientras que, en términos productivos, “Oxycare ha demostrado mejoras significativas en eficiencia de conversión, crecimiento sostenido durante eventos de hipoxia y resiliencia fisiológica, contribuyendo a una producción más estable y predecible para los productores, en línea con los desafíos ambientales de la industria”, destaca.

Incorporación del concepto RCX de Skretting Chile

Gatica comenta que “uno de los ejes de desarrollo ha sido precisamente el trabajo con sistemas RAS, donde el concepto RCX ha sido muy bien recibido por el mercado chileno. Nuestros centros de I+D en Noruega y Chile cuentan con infraestructura especializada para este tipo de sistemas, lo que nos ha permitido desarrollar dietas con alta eficiencia y bajo impacto en los efluentes. Esto ha sido clave para mejorar el rendimiento del salmón y apoyar los objetivos de sostenibilidad de nuestros clientes”.

“Estamos muy satisfechos con la incorporación de este concepto en la industria. A lo largo del tiempo, hemos logrado posicionarnos sólidamente en el segmento de producción en sistemas RAS y el



Planta de alimento en Chile. Fotografía: Skretting Chile

lanzamiento de RCX representó un avance clave que reafirma nuestro liderazgo en esta área”, expresa.

“Este hito no solo consolidó nuestro rol como líderes en este segmento en Chile, sino que también evidenció nuestra capacidad de innovación y nuestro compromiso en la producción de alimentos formulados específicamente para sistemas de recirculación con los más altos estándares de calidad. Actualmente, nuestros clientes confían plenamente en nuestros productos RCX y en su desempeño consistente en sistemas RAS, lo que refuerza nuestra reputación como un socio estratégico confiable en un segmento de producción que continúa creciendo con fuerza en el país”, afirma.

Colaboraciones y formulación de nuevas dietas 2025-2026

Rodrigo Solervicens destaca que el Cargill Innovation Center ubicado en Colaco, región de Los Lagos, actúa como núcleo de investigación donde conviven científicos de Cargill con expertos académicos de instituciones locales. En la primera etapa se establecieron convenios con la Universidad Austral de Chile y la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso para proyectos enfocados en salud intestinal del salmón y desarrollo de probióticos adaptados a condiciones de Chile austral.

“Desarrollamos también, proyectos con Universidades locales para evaluar aditivos inmunoestimulantes, antioxidantes, antiinflamatorios entre otros, para optimizar sus soluciones funcionales”, puntualiza.

Además, adelanta a nuestro medio que Cargill profundizará en la optimización y adopción del concepto Effective Energy, para abordar condiciones de diferentes temperaturas y áreas geográficas. “Para 2025 se espera que estas herramientas impacten un porcentaje mayor de la producción de salmón Atlántico en Chile, ampliándose a salmón coho en 2026”, proyecta.

“Invertimos US\$1 millón para crear laboratorios dedicados a testear alimentos para sistemas RAS. Actualmente se trabaja en formulaciones que minimicen sólidos suspendidos y nutrientes solubles (CO_2 , NH_4), ajustando macronutrientes logrando así una menor excreción de sustratos orgánicos”, cuenta.



Claudia Gatica, Gerente de Nutrición y Calidad de Skretting Chile
Fotografía: Skretting Chile

Ruta 5 sur, Km 1017, Oficina 9
Parque Industrial Sur
Puerto Montt

MOLEAER[®]
ADVANCING NANOBUBBLE TECHNOLOGY

Líderes en Tecnología de Nanoburbujas

- *Burbujas de 100 nanómetros*
- *Más de 60% de ahorro en costos de oxigenación*
- *Ahorro en costos energéticos*
- *Mejor calidad y claridad del agua*
- *Mayor bienestar animal*

www.moleaer.cl

En síntesis, para el periodo 2025–2026, Cargill Chile enfocará su I+D+i en nutrición de precisión (eN/EE), dietas funcionales con ingredientes que promuevan salud y sostenibilidad, adaptación de ingredientes alternativos (insectos, microalgas), profundización en RAS con dietas especializadas, y expansión al mercado de coho, todo ello soportado por plataformas digitales. Por su lado, Rodrigo Sánchez resalta la dieta RAW, exclusiva para cultivos de salmón orgánico que “es un logro que reafirma nuestro liderazgo en innovación nutricional sustentable y que nos posiciona como la primera empresa certificada para la producción de alimento para cultivos orgánicos en Chile”, recalca.

Este avance es fruto de un trabajo riguroso a partir de la necesidad que planteó un cliente, en esta oportunidad, Cooke Aquaculture. “Su desarrollo implicó un complejo proceso de selección de materias primas certificadas, asegurando trazabilidad, funcionalidad nutricional y cumplimiento normativo, cuyo hito fue la certificación de nuestra planta quedando habilitada para la fabricación de alimentos para producir salmón orgánico”, destaca.

Con esta solución, “abrimos nuevas oportunidades para nuestros clientes en mercados premium de alto valor agregado, donde la demanda por productos orgánicos sigue creciendo. Nuestra dieta RAW no solo permite ingresar a estos nichos, sino que también fortalece el posicionamiento de las empresas que apuestan por prácticas responsables, saludables y sostenibles”, asevera.

A las mencionadas formulaciones de Salmofood, se sumó el reciente lanzamiento de VITA, una nueva línea nutricional de agua dulce, diseñada bajo los requerimientos de sistemas RAS y actualmente en constante evaluación técnica.

“Nuestro equipo de I+D+i se encuentra desarrollando soluciones específicas para desafíos fisiológicos que afectan directamente la eficiencia productiva y el bienestar de los peces. Esto incluye líneas de investigación orientadas a reducir melanosis, cataratas y caligidosis, condiciones que influyen tanto en la salud y el bienestar de los peces como en la calidad comercial del producto final”, anticipa.

Paralelamente, señala que están trabajando en la optimización del metabolismo lipídico, con dietas que promueven la reducción de grasa visceral, lo que se traduce en mejor rendimiento de filete y conversión alimenticia.

De cara al período 2025–2026, “hemos puesto especial atención en el cultivo de salmón coho, desarrollando propuestas nutricionales orientadas a mejorar el rendimiento, reducir el Fat Belching, y abordar eficientemente los efectos del Síndrome Ictérico del Salmón Coho (SISC). Estos estudios se llevan a cabo en estrecha colaboración con nuestros clientes, respondiendo a problemáticas reales en campo con soluciones prácticas y validadas”, afirma.

Otro eje prioritario para Salmofood es la incorporación de antioxidantes naturales de alta potencia, capaces de mitigar el estrés oxidativo y la sobreproducción de radicales libres en las condiciones de cultivo actuales, mejorando la respuesta fisiológica y el desempeño productivo.

En cuanto a Skretting Chile, Claudia Gatica comenta que están desarrollando dietas proactivas para la salud de los peces, que incorporan fitocomplejos —complejos botánicos— elaborados en colaboración con el equipo del Garden of the Future de Nutreco Exploration. “Esta unidad se especializa en investigar ingredientes funcionales de origen natural con efectos positivos en el sistema inmune y la salud intestinal de los peces, lo cual nos permite avanzar en estrategias preventivas y no farmacológicas para el cultivo”, explica.

Además, sostiene que la tecnología ha sido clave para avanzar hacia dietas cada vez más precisas, eficientes y alineadas con los desafíos actuales de la acuicultura. “Un ejemplo concreto es la implementación de AminoNova, nuestro nuevo criterio nutricional enfocado en el uso optimizado de nutrientes y la reducción de efluentes, que mejora la conversión alimenticia y promueve una producción más sustentable”, especifica.

En este sentido, “el uso de herramientas digitales y modelos predictivos nos ha permitido validar estas soluciones en ambientes reales de

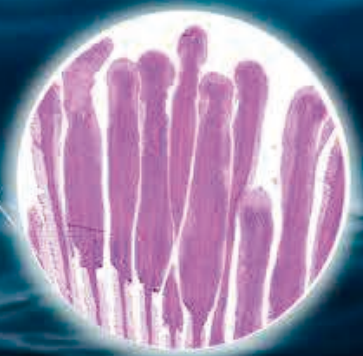
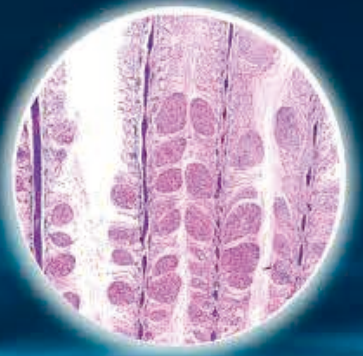
producción, reforzando la conexión entre ciencia y resultados operativos concretos. En Skretting hemos sido pioneros en el uso de modelos predictivos basados en datos, gracias a herramientas que han sido validadas por nuestros clientes a lo largo de los años, para estimar crecimiento y consumo. Aquasim representa un paso adelante en esta evolución, porque integra modelos biológicos con análisis avanzados para apoyar la toma de decisiones productivas”, puntualiza.

Destaca que aplicando Machine Learning, una técnica de inteligencia artificial, que combina matemáticas, estadísticas e informática, usando algoritmos que permiten aprender de los datos e información, generan predicciones para la toma de decisiones. En este sentido, el equipo de la compañía en Chile ha logrado identificar variables que inciden en el crecimiento del salmón Atlántico en zonas australes, adaptado a condiciones locales específicas, lo que les permitió construir un modelo robusto. Estos datos permiten entregar a sus clientes, recomendaciones más precisas en términos de crecimiento, consumo y planificación de cosecha a través de paneles de analítica o Productive Dashboards.

“Mirando hacia el futuro, en Skretting seguiremos potenciando esta línea de trabajo. Actualmente estamos desarrollando nuevas estrategias que integran análisis más robustos, con el objetivo de poder anticiparnos a escenarios productivos, optimizar el uso de recursos y contribuir a mejorar los resultados de nuestros clientes”, proyecta.

También puntualiza la compañía que seguirán profundizando en soluciones para sistemas RAS y mercados emergentes como el salmón coho y el salmón orgánico. “Nuestro centro experimental en Parga es clave en este proceso, ya que nos permite desarrollar y validar productos en condiciones reales de la industria chilena”, concluye. **IV**

SALUD BRANQUIAL BAJO CONTROL CON SCORE_GILL



- ✓ Evalúa, compara y optimiza la salud branquial de tus peces.
- ✓ Análisis histológico semicuantitativo con datos claros y confiables.
- ✓ Decisiones basadas en evidencia para una producción más eficiente.
- ✓ Obtén un índice claro y medible para estudios y monitoreo preventivo.

Empieza a evaluar con SCORE_GILL ahora





El equipo de Asistencia Técnica de VESO Chile acompaña a sus clientes en la impregnación, monitoreando consumos y estado de redes, para asegurar la correcta aplicación de productos y su máximo rendimiento en el tiempo

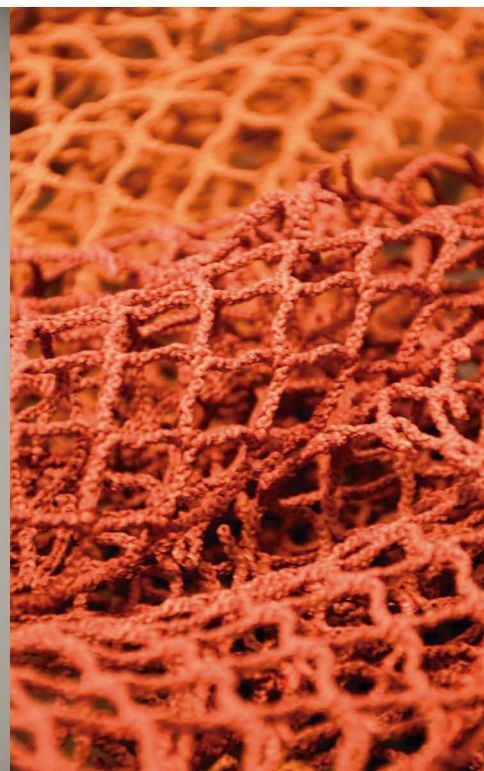
VESO
AQUA

Antifouling inteligente: una herramienta clave para potenciar la nutrición en acuicultura

En la industria acuícola, la nutrición es fundamental para lograr un crecimiento eficiente y sostenible de los peces. Sin embargo, el entorno en el que se desarrollan influye directamente en la eficacia de las dietas.

La presencia de fouling en las redes de cultivo puede reducir el flujo de agua y oxígeno, aumentar el estrés y afectar negativamente la salud intestinal y la conversión alimenticia.

Según el informe técnico del International Maritime Organization (IMO) sobre biofouling en acuicultura (2024), una estrategia eficaz de manejo del fouling no solo protege la infraestructura, sino que también *“contribuye significativamente a mantener condiciones ambientales estables dentro de las jaulas, lo cual es esencial para el bienestar y la alimentación eficiente de los peces”*.



Gonzalo Venegas, Gerente General VESO Chile SpA

Productos antifouling de VESO Aqua Chile se encuentran autorizados por DIRECTEMAR

VESO Impulsa entornos saludables para una nutrición eficiente

“Sabemos que una buena estrategia de alimentación comienza por un entorno saludable. El fouling no solo limita la entrada de agua limpia, sino que genera un microambiente propenso a patógenos y alteraciones en la calidad del agua. El uso de antifoulings eficaces, contribuye silenciosamente a mantener las condiciones ideales para que las dietas formuladas por nuestros aliados puedan expresarse en su máximo potencial”, comenta Gonzalo Venegas, Gerente General de VESO Chile.

Además, agrega: *“En nuestra experiencia, el uso de tecnologías antifouling efectivas permite reducir los costos operacionales, además de proteger la mucosa de los peces y mejorar la estabilidad del entorno*

de cultivo, impactando positivamente en su comportamiento alimenticio”.

Compromiso con la sostenibilidad

Los productos antifouling **NOTORIUS** son desarrollados por **Brynsløkken AS** en Noruega, una empresa comprometida con la creación de soluciones personalizadas que apoyen una producción acuícola segura, eficiente y ambientalmente responsable. En Chile, estos productos son distribuidos exclusivamente por **VESO Chile**, lo que permite entregar un servicio técnico cercano, especializado y adaptado a las condiciones de cultivo locales.

A través de su equipo de Asistencia Técnica, **VESO Chile** acompaña a sus clientes en los procesos de impregnación, monitorea indicadores de

consumo y evalúa el estado de las redes, asegurando así la correcta aplicación de los productos y el máximo rendimiento en el tiempo. Esta sinergia entre innovación y soporte técnico es clave para enfrentar los desafíos operacionales sin comprometer el bienestar animal ni la eficiencia nutricional.

Tanto **Brynsløkken** como **VESO Chile** colaboran estrechamente con los productores para entregar soluciones que respondan a los desafíos específicos de cada centro, con un enfoque constante en la innovación tecnológica, la eficiencia operativa y la sostenibilidad del cultivo.

Contacto:

Gonzalo Venegas – Gerente General
VESO Chile SpA
notorius@veso.no
www.veso.no/en/es/chile
www.brynslokken.no/es

Extracto Proteico Microbial de origen ruminal: Potencial fuente novedosa y sustentable de proteína funcional para dietas en juveniles de salmón del atlántico

A. Velásquez^{abcd*}, C. Vidal^{ac}, V. Rivas^{ac}, A. Palma^{ac}, M. J. Sepúlveda^{ac}, K. Inostroza^{ac}, P. Díaz and P. Dantagnan^{adc*}

^aDepartamento de Ciencias Agropecuarias y Acuícolas, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco. Rudecindo Ortega 02950. Temuco-Chile.

^bNúcleo de Investigación en Producción Alimentaria, UC-Temuco.

^cProyecto ANID FONDEF-IDeA I+D/24-ID24110028.

^dLaboratorio de Nutrición y Fisiología de peces

*E-mail: avelasquez@uct.cl, dantagna@uct.cl

Universidad Católica de Temuco, Temuco, Chile, Departamento de Ciencias Agropecuarias y Acuícolas. Facultad de Recursos Naturales. Laboratorio de Nutrición y Fisiología de Peces

Introducción

La acuicultura en Chile es considerada un pilar fundamental de la economía nacional, mostrando un crecimiento promedio anual del 3,5 % en los últimos años. En 2023, la producción de salmónidos alcanzó el millón de toneladas según lo indicado por la Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA, 2023), representando un 33 % de la producción mundial (Valdivieso, 2024). Sin embargo, para mantener este alto nivel de producción y crecimiento en el tiempo, es fundamental mantener la calidad nutricional de las dietas, que permitan satisfacer los requerimientos nutricionales de los peces, siendo alimentados con dietas bien balanceadas. La alta demanda de fuentes proteicas de calidad para formulación de dietas implementadas en alimentación de peces salmónidos requiere de innovaciones tecnológicas que permitan incluir ingredientes sustentables, con bajo impacto ambiental y que, además, puedan mostrar propiedades funcionales, de tal forma que contribuyan a preservar el buen crecimiento y la salud de estos (Calabria, 2024). Teniendo en cuenta que la harina de pescado ha sido considerada la proteína estándar en las dietas para peces, tanto por su alto contenido proteico como por su buena calidad aminoacídica y que su disponibilidad se ha visto limitada en los últimos años, ha obligado a las plantas de alimento a reducir este ingrediente a niveles mínimos, y con ello una reducción en la calidad nutricional de las dietas. Para ello, la industria de alimentos para peces ha incursionado en la búsqueda de ingredientes funcionales que permitan disminuir la brecha en la calidad nutricional de los alimentos, producto de la baja inclusión de harina de pescado. En este contexto, es que el desarrollo de fuentes proteicas con propiedades funcionales, basadas en microorganismos ruminales, surge como una alternativa novedosa, innovadora y sustentable.

Los microorganismos del rumen pueden sintetizar proteínas a partir de sustratos nitrogenados (proteicos y no proteicos) más energía (Energía Fermentable Ruminal). Esto último, permite pensar que el cultivo in vitro de microorganismos ruminales se podría llevar a cabo sin grandes limitaciones en biorreactores específicamente acondicionados para esto, incrementando así la biomasa microbial en cantidades suficientes para realizar un escalamiento más avanzado en esta materia. Una de las grandes ventajas de utilizar microorganismos ruminales, es que éstos poseen la capacidad de sintetizar un amplio espectro de enzimas hidrolíticas, con la capacidad para degradar la fibra, principalmente celulosa y hemicelulosa (carbohidratos estructurales), junto con aprovechar otros azúcares más simples (carbohidratos no estructurales), entre otros nutrientes, permitiendo de esta forma aprovechar los residuos lignocelulósicos de cualquier tipo, utilizándolos para sintetizar proteínas microbiales, entre otros metabolitos, los cuales se caracterizan por su alta calidad biológica. Un aspecto relevante para esta propuesta, es el hecho que este potente pool enzimático hidrolítico que poseen las bacterias, protozoos y hongos del rumen en forma natural, nos permitiría prescindir de enzimas exógenas o comerciales en comparación con otros procesos industriales donde se deben agregar a los biorreactores para aprovechar los residuos lignocelulósicos, lo cual eventualmente contribuiría a reducir considerablemente los costos de producción.

Por otra parte, cabe indicar, que la literatura científica ha destacado ampliamente e inequívocamente el alto valor biológico de las proteínas microbiales del rumen (bacterias, protozoos y hongos), principalmente por su contenido de aminoácidos esenciales, donde destacan, por ejemplo, el contenido de lisina (9,38 %), cisteína y metionina (4,84 %) y treonina (6,29 %) (Sok et al., 2017). También, se puede considerar que este tipo de fermentación natural de los fluidos ruminales generan un amplio espectro de vitaminas (liposolubles e hidrosolubles) que son sintetizadas por los propios microorganismos, además de otros componentes nutricionales como nucleótidos, y minerales. cuyas propiedades funcionales son aún desconocidas en peces, por lo cual, la presente propuesta ofrece una gran oportunidad para explorar dichos atributos nutricionales. En este contexto, las propiedades funcionales del extracto proteico, provenientes del rumen, con los atributos nutricionales mencionados anteriormente, más allá del aporte nutricional en cuanto a proteínas, aminoácidos, vitaminas y minerales, puede llegar a generar una respuesta positiva de índole metabólica e inmunológica en os salmónidos.

Metodología

Este estudio, como parte de una de las líneas de investigación del Laboratorio de Nutrición y Fisiología de Peces de la Universidad Católica de Temuco, financiada por ANID, a través de FONDEF, el proceso se inicia con la extracción de fluido ruminal de ovejas, seguido del cultivo *in vitro* de microorganismos ruminales en un ambiente artificial utilizando paja de trigo como sustrato, bajo condiciones controladas. A partir de este cultivo, se obtiene Extracto Bruto de Microorganismos Ruminales (EBMR) y Extracto Puro de proteína Microbiana (EPPM) que finalmente es liofilizado. Estos dos extractos se utilizarán posteriormente como ingredientes para la formulación de una dieta experimental, con la cual se alimentará a juveniles de Salmón del Atlántico (*Salmo Salar*), evaluando su impacto nutricional, metabólico, inmunológico y productivo (Figura 1).

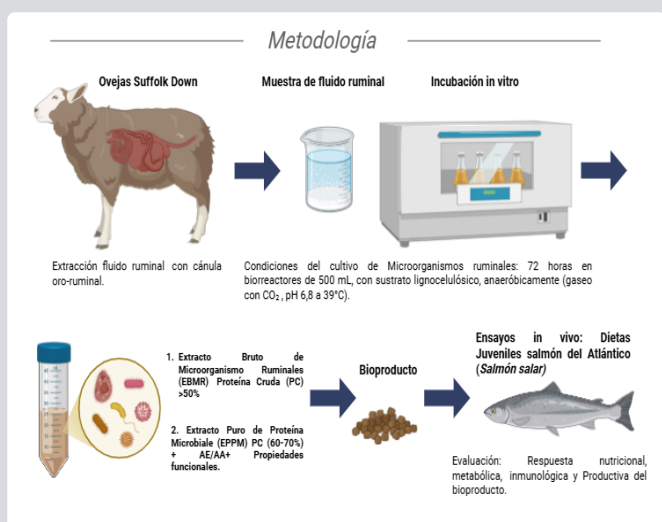


Figura 1. Esquema metodológico para la obtención y evaluación de extractos microbianos ruminales.

Caracterización bromatológica y determinación del perfil de aminoácidos de los extractos microbianos EBMR y EPPM: Una breve comparación con la literatura

La provisión adecuada de proteínas dietéticas es fundamental para garantizar la salud, crecimiento, desarrollo y la supervivencia de los organismos vivos, incluidos los salmones (Wu, 2013). Las proteínas cumplen un gran número de funciones biológicas, enzimáticas, hormonales, estructurales, transportadoras e inmunológicas. (González *et al.*, 2007; Guillén, 2009). Estas funciones dependen de su composición aminoacídica, de los cuales existen 20 aminoácidos considerados proteicos, cada uno con funciones específicas. Las proteínas son, además, el componente principal del crecimiento tisular, y constituyen el ingrediente más costoso en la formulación de dietas. Por este motivo, la digestibilidad de la proteína dietética (porcentaje de aminoácidos y péptidos liberados en el intestino) y la biodisponibilidad de los aminoácidos (porcentaje efectivamente absorbido y utilizable metabólicamente) son factores de alta relevancia en nutrición animal (Wu, 2018). Algunos aminoácidos y sus metabolitos actúan como reguladores clave de rutas metabólicas implicadas en procesos

vitales como el mantenimiento fisiológico, crecimiento, utilización de nutrientes, inmunidad, comportamiento, metamorfosis larval, reproducción y la resistencia frente al estrés ambiental y organismos patógenos en múltiples especies de peces (Li *et al.*, 2009; Smedley *et al.*, 2016). Es por este motivo que el contenido proteico de un ingrediente utilizado en la formulación de dietas para peces es uno de los parámetros nutricionales más importantes a la hora de evaluar su potencial como una alternativa viable. En este contexto, las biomásas generadas del proceso de incubación de microorganismos, EBMR (Extracto bruto de microorganismos) y EPPM (extracto puro de proteínas microbianas), presentaron contenidos proteicos de 48,28% y 66,61%, respectivamente (Tabla 1). Estas cifras resultan significativamente relevantes al compararlas con diversas fuentes proteicas reportadas. Por un lado, el EPPM presenta un nivel de proteína particularmente alto, comparable al de las harinas de pescado (71,73%) y vísceras de pollo (61,14%) (Gutiérrez *et al.*, 2011) utilizadas como materias primas en la elaboración de dietas. Además, en comparación a los valores reportados por Piñeros *et al.* (2014) para dietas experimentales, donde la proteína varía entre 33,2% y 35,5%, ambas biomásas, especialmente EPPM, muestran un porcentaje de proteína significativamente mayor. Y si se compara con valores de harinas comerciales de pescado producidas a partir de subproductos de bacalao (*Gadus morhua L.*) y carbonero (*Pollachius virens*), cuyo contenido de proteína se encuentra entre 60,2% y 64,5% (Ween *et al.*, 2017), se observa que EPPM iguala y supera dicho intervalo. Esto permite plantear al EPPM como una fuente proteica alternativa altamente competitiva en cuanto a contenido proteico se refiere.

Tabla 1. Caracterización bromatológica de los extractos proteicos de origen ruminal (base seca).

Tratamientos	MS* (%)	PC (%)	EE (%)	Cenizas (%)	MO (%)	ENN (%)
EBMR	91,41	48,28	8,82	8,09	83,32	34,81
EPPM	95,56	66,61	3,75	3,77	91,79	25,87

*MS: Materia Seca; PC: Proteína Cruda; EE: Extracto Etéreo; MO: Materia Orgánica; ENN: Extracto NO Nitrogenado. **EBMR: Extracto Bruto de Microorganismos Ruminales; EPPM: Extracto Puro de Proteínas Microbianas.

Otro de los criterios utilizados para evaluar la calidad nutricional de una fuente proteica es el perfil de aminoácidos. En este sentido, el análisis del contenido de aminoácidos en los tratamientos EBMR y EPPM, presentados en la tabla 2, nos permite comparar los tratamientos con una fuente convencional como lo es la harina de pescado en base a anchoa. Si se observa la histidina (Hys) se aprecia que esta se encuentra en concentraciones superiores tanto en EBMR (11,71) como en EPPM (11,83) en comparación con la anchoa (2,5). La arginina (Arg) por otra parte, tiene un valor en EBMR (4,47) siendo menor al presente en la anchoa (5,9), mientras que EPPM (5,8) presenta un valor muy cercano al de la harina de pescado. Lo que sugiere que los tratamientos pueden ser una opción proteica viable frente a fuentes convencionales. Para complementar esta comparación, se debe mencionar la proporción de aminoácidos esenciales respecto al total de aminoácidos presentes en los extractos, esta relación también ofrece una medida de la calidad proteica. En el caso de EBMR, el 38,7% de los aminoácidos totales son esenciales (AE/AA = 38,7%), mientras que en EPPM este porcentaje aumenta a 51,2% (AE/AA = 51,2%).

Este resultado refleja una calidad proteica superior en EPPM, dado que un mayor contenido de aminoácidos esenciales indica una proteína más completa y con mayor valor nutricional.

Tabla 2. Perfil de aminoácidos de los tratamientos EBMR y EPPM, junto con valores de referencia de harina de pescado en base a anchoa.

Tratamientos	Hys	Arg	Thr	Met	Lys	Leu	Phe	Val
EBMR**	11,71	4,47	24,70	ND	4,07	3,30	14,12	ND***
EPPM	11,83	5,8	17,16	3,61	4,83	5,71	13,20	3,35
Anchoa	2.5	5.9	4.4	2.9	8.0	—	4.2	5.4

Hys (histamina), Arg (arginina), Thr (treonina), Met (metionina), Lys (lisina), Leu (leucina), Phe (fenilalanina), Val (valina). **EBMR: Extracto Bruto de Microorganismos Ruminales; EPPM: Extracto Puro de Proteínas Microbiales. ***ND: Valor no detectable.

Efecto de la disrupción celular

En este estudio, se identificó un efecto ($P < 0,01$) de la disrupción celular de la biomasa microbiana sobre las diferentes fracciones nitrogenadas evaluadas (Cuadro 1) lo que nos indica que la sonicación influyó en gran parte en la composición proteica final de la biomasa microbiana. Se destaca, el tratamiento EPPD₇₂, que corresponde al extracto puro de proteínas microbianas sometido a 72 horas de incubación y a disrupción celular por sonicación, este presentó el valor más alto de proteína cruda (77,8 %). Este resultado demuestra que la aplicación de sonicación facilita la liberación de proteínas intracelulares, lo que a su vez indica un mayor grado de purificación proteica, con el consecuente aumento de nitrógeno. Además, se observó un aumento en la proteína verdadera (PV) tanto en EBMR₇₂ como en EPPD₇₂, en comparación con el tiempo cero. Este incremento podría estar relacionado con una generación activa de proteínas microbianas durante la incubación, siendo un efecto positivo del cultivo prolongado sobre la acumulación de proteínas. El contenido de nitrógeno soluble (NS) se elevó considerablemente en EBMR₇₂, lo cual puede explicarse por la solubilización de compuestos nitrogenados, resultado de la actividad proteolítica de bacterias y protozoos presentes en el medio durante el cultivo. Finalmente, se destaca la mayor eficiencia en la producción de biomasa microbiana en el tratamiento EBMR₇₂, con una relación BMG/FRI de 56,82. Este valor sugiere una alta conversión del sustrato inicial en biomasa microbiana, fenómeno explicado por el crecimiento de los microorganismos durante las 72 horas de incubación en los biorreactores, favorecido por condiciones de cultivo óptimas.

Cuadro 1. Efecto de la disrupción celular sobre las fracciones nitrogenadas de un extracto proteico microbiano de origen ruminal.

Extracto	MS**	Cenizas	PC	PV	NS	N-FDN	N-FDA	BMG/FRI
Proteico	%	% MS	% MS	% PC	% PC	% PC	% PC	mg/ml
EBMR0*	94,8	8,35a	58,3b	67,12c	23,4b	1,15a	0,67a	35,67b
EBMR72	93,5	8,46a	58,1b	78,32b	34,7a	1,31a	0,72a	56,82a
EPPD0	98,2	4,71b	74,6a	80,57b	18,6c	0,78b	0,34b	11,24d
EPPD72	97,4	4,35b	77,8a	87,23a	17,8c	0,72b	0,37b	19,37c
Valor P	0,13	0,002	0,0056	0,007	0,0024	0,001	0,001	0,0013

*EBMR0-EBMR₇₂, Extracto Bruto Microorganismos Ruminales sin disrupción celular (0 y 72 h de incubación); EPPD₀ y EPPD₇₂, Extracto Proteico Purificado con disrupción (0 y 72 h de incubación). **MS, Materia Seca; PC, Proteína Cruda; PV, Proteína Verdadera; NS, Nitrógeno Soluble; N-FDN, Nitrógeno insoluble en Fibra Detergente Neutro; N-FDA, Nitrógeno insoluble en Fibra Detergente Ácida; BMG/FRI, Relación Biomasa Microbiana Generada/Fluido Ruminal Incubado.

Análisis Metabarcoding” (Amplificación por PCR) al tratamiento EBMR

Los resultados obtenidos en la presente investigación señalan que el filo *Bacteroidetes* es el más prevalente en el rumen inicial, representando alrededor del 70 %. Por otra parte, los *Firmicutes* representan cerca del 25% de la flora bacteriana del rumen inicial, sobresaliendo los géneros *Lysinibacillus*, *Herbinix*, *Solibacillus*, entre otros. Durante el proceso de fermentación de residuos lignocelulósicos en el rumen, se observa un cambio significativo en la proporción relativa de los filos *Bacteroidetes* y *Firmicutes*. En particular, se evidencia una reducción de *Prevotella*, el género más abundante en el rumen inicial (con aproximadamente 60.2% de abundancia), el cual se reduce a alrededor del 27% tras la fermentación. Otros géneros presentes en el rumen inicial incluyen los grupos no identificados, otros, *Succinivibrio*, *Fibrobacter* y *Rikenellaceae RC9 gut*, con abundancias relativas de 10%, 13.3%, 2.1%, 3.75% y 3.4%, respectivamente. Es importante resaltar el aumento significativo de algunos géneros durante la fermentación. Por ejemplo, *Lysinibacillus* experimenta un incremento del 2% al 22%, en cambio, *Herbinix* se eleva del 0,3% en el rumen inicial al 50% en el rumen fermentado. Asimismo, el género *Proteiniborus*, el cual no se encontraba presente en el rumen inicial, alcanza una abundancia del 12,5% tras la fermentación. Estos resultados evidencian el impacto del proceso fermentativo sobre la estructura de la comunidad microbiana ruminal, particularmente en lo que respecta a la degradación de materiales lignocelulósicos, ya que los géneros mencionados tienen funciones reconocidas en este proceso. (cita anema et al., 2023).

En el rumen inicial, la comunidad eucariota fue encabezada por el filo *Ciliophora* (91%), seguido de *Evosea* (14%). Sin embargo, luego del proceso de fermentación de la paja de trigo, se apreció una disminución en la población de *Ciliophora* (75,3%) y la desaparición de *Evosea*, siendo reemplazadas por el filo *Oomycota*. Tras la fermentación, *Entodinium* conservó su abundancia, evidenciando resistencia ecológica ante cambios en el sustrato. Es importante destacar que se registró un incremento notable de *Oomycota*, predominando los géneros *Phytophthora*, *Peronospora* y *Bremia*, lo que sugiere una respuesta adaptativa a la disponibilidad de derivados de lignocelulosa. Estos cambios reflejan la capacidad funcional de la comunidad eucariota ruminal en respuesta a fuentes de carbono complejas, evidenciando su capacidad para reestructurarse según la disponibilidad de nutrientes presentes.

Conclusiones y perspectivas

Los resultados obtenidos hasta ahora muestran que el extracto proteico obtenido desde microorganismos ruminales representa efectivamente una alternativa altamente viable y sostenible para ser utilizada en las dietas para salmón del atlántico, principalmente por su atractivo contenido proteico, buen perfil aminoacídico y otros componentes de interés para la nutrición en Salmón del Atlántico. La caracterización bromatológica muestra que, principalmente el EPPM, posee un contenido proteico similar o incluso superior en algunos aminoácidos a otras fuentes proteicas tradicionales como la harina de pescado, lo que permitiría su incorporación en dietas acuícolas sin comprometer la calidad nutricional. Además, al utilizar residuos agrícolas como sustrato, contribuye a fomentar la economía circular y la reducción del impacto ambiental. Mas estudios son necesarios a llevar a cabo para evaluar efectivamente su escalamiento u utilización en entornos reales de producción.

Agradecimientos

Este estudio es financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile, ANID (Proyecto FONDEF IDeA ID241100-28) en el Laboratorio de Nutrición y Fisiología de Peces Universidad Católica de Temuco.

Bibliografía

Bravo, S., Strappini, A., Monti, G., Silva, T., y Cisterna, A. (2019). Determinación y aplicación de indicadores operacionales de bienestar animal en salmónidos cultivados en agua dulce. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 433 p.

Calabria, G. M. V. (2024). Optimización del crecimiento de peces carnívoros alimentados con piensos con alta sustitución de harina de pescado (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).

Goering, H. K., & Soest, P. V. (1970). VAN Forage fiber analyses. (Apparatus, reagents, procedures, and some applications).

Paredes, C., y Martínez, I. (2018). La regulación ambiental aplicable a la salmonicultura y los principios jurídico-ambientales que la inspiran. *TERRAM* 69: 4-5.

SUBPESCA. (2023). Informe sectorial de pesca y acuicultura. SUBPESCA. Chile. 21 p.

Valdivielso, R. (2024). La salmonicultura en Chile: ¿Cuál es el futuro de la industria?. *Austral Plus*.

Wilson, R., y Halver, J. (1986). Protein and amino acid requirements of fishes. *Annual Review of Nutrition* 6: 225-244. <https://doi.org/10.1146/annurev.nu.06.070186.001301>.

Wu G. (2013). Functional amino acids in nutrition and health. *Amino Acids*. 45(3):407-11. doi: 10.1007/s00726-013-1500-6. Epub 2013 Apr 18. PMID: 23595206.

Gutiérrez-Espinosa, Mariana C., Yossa-Perdomo, Martha I. y Vásquez-Torres, Walter. (2011). Digestibilidad aparente de materia seca, proteína y energía de harina de vísceras de pollo, quinua y harina de pescado en tilapia nilótica, *Oreochromis niloticus*. *ORINOQUIA*, 15 (2), 169-179.

Ween, O., Stangeland, J., Fylling, T., Aas, G. (2017). Nutritional and functional properties of fishmeal produced from fresh by-products of cod (*Gadus morhua* L.) and saithe (*Pollachius virens*). *Heliyon*, 3 (7).

LÍNEA AQUA

Comprometidos con la producción acuícola sustentable



DUPLALIM® AQUA

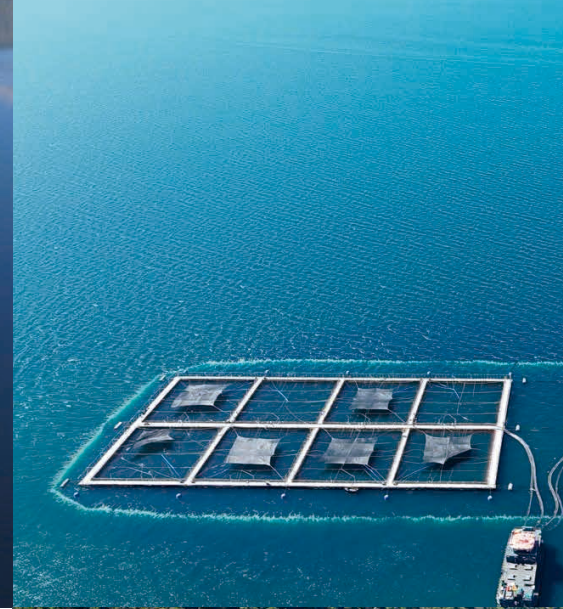
TONALIM® AQUA

VIRUCLIN® AQUA

www.veterquimica.cl

Síguenos   

 VETERQUIMICA®



La Revolución 24/7: Cómo las Pantallas de Microburbujas PCM están trabajando en proteger diariamente el futuro acuícola

Creando fortalezas bajo el agua: una operación blindada contra amenazas externas.

En el competitivo escenario de la salmónica, la diferencia entre una temporada rentable y una crisis operacional a menudo reside en la capacidad de anticiparse. Los desafíos ambientales y sanitarios no operan con un horario fijo; el Caligus, las Floraciones Algas Nocivas (FAN) y las medusas representan amenazas constantes que exigen una defensa igualmente constante.

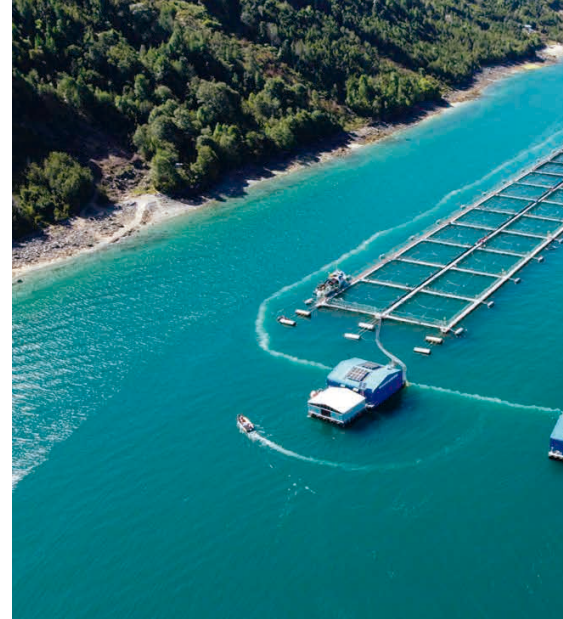
En PSP Chile, hemos trascendido el paradigma de la mitigación reactiva. Comprendemos que "reaccionar" ya implica un costo, ya sea en biomasa, tratamientos o reputación. Por eso, hemos enfocado nuestra innovación en una estrategia superior: la **protección proactiva ininterrumpida**. La operación 24/7 de nuestras Pantallas Compactas de Microburbujas (PCM) no es solo una mejora técnica; es la decisión estratégica de convertir cada centro de cultivo en una fortaleza.

De "Apagar Incendios" a Construir una Fortaleza Ambiental

Tradicionalmente, las mitigaciones se implementan sólo cuando la amenaza ya está ad portas del centro de cultivo. Esto puede ser riesgoso y costoso. Nuestra filosofía es fundamentalmente diferente.

"La operación continua de las PCM transforma el concepto de mitigación. Ya no se trata de esperar un problema para solucionarlo; se trata de crear un ambiente interno tan controlado y superior al del entorno, que muchos de esos problemas simplemente no pueden ingresar. Hablamos de una reducción de la necesidad de tratamientos, protegiendo a los peces de elementos indeseados como Caligus, Microalgas y Medusas desde el origen", subraya Matías Rodríguez, Gerente Comercial de PSP Chile.

Este enfoque proactivo es el pilar para construir los centros de cultivo del presente, capaces de fortalecerse incluso cuando las condiciones externas son adversas.

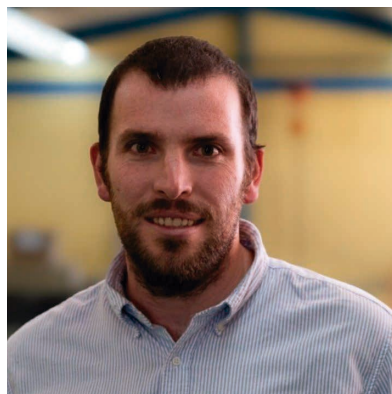




El Poder de una Barrera Invisible: Beneficios Tangibles de la Operación 24/7

Al operar de forma ininterrumpida, nuestro sistema PCM genera una barrera de microburbujas robusta y permanente, que funciona como un escudo de alta precisión, filtrando el agua de ingreso y protegiendo el activo más valioso: el salmón. Esto se traduce en que se detienen partículas desde las 4 micras, generando así ventajas competitivas directas:

- **Reducción de la carga parasitaria:** La barrera de microburbujas impide eficazmente la intrusión de caligus, uno de los mayores costos sanitarios de la industria. Operar 24/7 significa menos infestaciones, lo que se traduce directamente en una reducción de tratamientos farmacológicos y mecánicos, mejorando el bienestar animal y el factor de conversión.
- **Protección contra Floraciones Algales Nocivas (FAN):** Nuestra barrera continua, reduce drásticamente el ingreso de microalgas nocivas, minimizando el riesgo de mortalidades masivas y asegurando la continuidad operacional, permitiendo hasta alimentar en eventos extremos.
- **Exclusión de medusas y mejora del bienestar animal:** La barrera física previene el ingreso de medusas y otros organismos que causan estrés y daño físico a los salmones. Un pez menos estresado es un pez que se alimenta mejor, crece más sano y ofrece un producto final de mayor calidad.



Matías Rodríguez, Gerente Comercial
PSP Chile

Más Allá de la Mitigación: El Valor Estratégico para su Negocio

Adoptar la operación 24/7 con PCM es una inversión en la predictibilidad y rentabilidad de su negocio.

- **Continuidad Operacional:** Asegure una producción estable y predecible, minimizando las interrupciones causadas por factores ambientales externos.
- **Sostenibilidad y Reputación:** Reduzca la dependencia de tratamientos alineando su operación con las crecientes demandas de los mercados internacionales y los criterios ESG (Ambiental, Social y de Gobernanza).
- **Rentabilidad Mejorada:** La combinación de menor mortalidad, reducción de tratamientos, mejores tasas de crecimiento y calidad superior del producto final impacta directamente y de forma positiva en su resultado neto optimiza, mejorando finalmente el factor de conversión alimenticia, uno de los KPIs más importantes del ciclo productivo.

PSP Chile: Su Socio en la Acuicultura del Futuro

En PSP Chile forjamos alianzas estratégicas. Nuestro equipo de expertos no solo implementa tecnología, sino que analiza las condiciones oceanográficas y operacionales de su centro para diseñar una solución a la medida que garantice el máximo rendimiento.

Le extendemos una invitación a una conversación estratégica. Analicemos juntos cómo la implementación de una protección proactiva 24/7 puede transformar sus operaciones, fortalecer su resiliencia y asegurar su rentabilidad a largo plazo.

¿Está listo para dejar de reaccionar y empezar a dominar el entorno de sus cultivos? Contáctenos.



www.pspoluciones.cl
mrodriguez@pspsoluciones.cl

Tecnología *Layer by Layer*: Potenciando el Florfenicol en Salmonicultura con Extractos Naturales de Aloe Vera (*Aloe barbadensis miller*) y Orujo de Uva (*Vitis vinífera*).

Javiera Cornejo, Carolina Valenzuela, Jurij Wacyk, Felipe Oyarzun, Lina Trincado, Catalina Fuentes, María Belén Vargas, Genesis Donoso, Bastián Sereño.

El florfenicol (FF) se ha consolidado como el antimicrobiano (AM) de primera elección para el tratamiento de enfermedades infecciosas en la acuicultura nacional, representando el 95,46% del total de antimicrobianos utilizados en la industria del salmón (SERNAPESCA, 2023). Sin embargo, el creciente uso de este fármaco ha planteado importantes desafíos, especialmente frente a la disminución de la susceptibilidad de *Piscirickettsia salmonis*, el principal agente etiológico del Síndrome Rickettsial del Salmón (SRS), patología responsable de considerables pérdidas económicas que bordean los 700 millones de dólares anuales (Rozas, 2022; Cabello, 2025).

Aunque los productos autorizados indican una dosis de FF de 10 mg/kg durante 10 días consecutivos, se ha documentado el uso extra etiqueta de dosis de hasta 20-30 mg/kg en campo (San Martín et al., 2019), en un intento por mantener su eficacia frente a cepas menos susceptibles. Esta situación se ve reflejada en el informe del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP, 2024), el cual reporta que un 55% de los aislados de *Piscirickettsia salmonis* en 2024 correspondían a cepas no wild-type (NWT), según el valor de corte epidemiológico (COWt: 0,25 µg/mL). Además, se ha observado un preocupante aumento del genogrupo LF-89, en el cual un 67,27% de los aislados eran NWT, lo que evidencia una pérdida de susceptibilidad al florfenicol.

Frente a este escenario, se vuelve urgente avanzar hacia estrategias que permitan reducir las dosis terapéuticas de FF sin comprometer su eficacia clínica, minimizando el riesgo de desarrollo de resistencia a los antimicrobianos (RAM). Una de las alternativas más prometedoras es el uso de compuestos naturales con propiedades antimicrobianas, como los flavonoides y polifenoles, capaces de ejercer un efecto sinérgico con los antimicrobianos convencionales. Dos fuentes destacadas en este ámbito son el gel de aloe vera (*Aloe barbadensis miller*) y el orujo de uva (*Vitis vinífera*).

Aloe vera: antimicrobiano e inmunoestimulante natural

El gel de aloe vera ha sido extensamente estudiado por su actividad antimicrobiana in vitro frente a bacterias patógenas como *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Shigella* y *Salmonella* spp. (Goudarzi et al., 2015; Arbab et al., 2020). Esta actividad se atribuye principalmente a compuestos fenólicos como las antraquinonas, que afectan la síntesis de proteínas bacterianas, y a polisacáridos como el acemano, conocido por su efecto inmunomodulador (Chacón et al., 2019). Además, se ha demostrado su potencial como promotor del crecimiento y modulador del sistema inmune en peces, como en alevines de *Oreochromis niloticus* (Ochingo et al., 2023). Por otra parte, en el estudio realizado por Forno-Bell et al. (2021) evidenciaron un efecto sinérgico entre extractos de aloe vera y antimicrobianos sintéticos, abriendo nuevas posibilidades para su aplicación en formulaciones combinadas.

Orujo de uva: de residuo a recurso bioactivo

El orujo de uva, subproducto sólido de la industria vinícola, representa un recurso subutilizado con alto valor agregado. En 2023, la producción vitivinícola chilena generó aproximadamente 240 mil toneladas de orujo (SAG, 2024). Este residuo contiene una alta concentración de compuestos fenólicos con reconocida actividad antimicrobiana, como flavonoides, antocianinas, ácidos fenólicos y estilbenos (López-Astorga, 2022). Su mecanismo de acción incluye la inhibición de la síntesis de membrana celular, la replicación del ADN, la motilidad bacteriana y la producción de toxinas (Biharee, 2020). En este sentido, estudios como el de Sanhueza et al. (2017) demostraron una reducción significativa de la concentración mínima inhibitoria (CMI) de AM frente a cepas multirresistentes de *S. aureus* y *E. coli*, al combinarse con extracto de orujo de uva.

Nuevas Estrategias para Optimizar el Uso de Florfenicol en la Salmonicultura Chilena

Desarrollo de formulaciones *layer by layer* (LbL)

Con el objetivo de optimizar el uso de florfenicol (FF) en la industria salmonera y reducir las dosis requeridas sin comprometer su eficacia, se desarrollaron formulaciones que combinan este antimicrobiano con compuestos naturales de origen vegetal, específicamente aloe vera (*Aloe barbadensis miller*) y el orujo de uva (*Vitis vinifera*), a través de una innovadora técnica de encapsulación conocida como *Layer-by-Layer* (LbL).

Esta técnica permite recubrir las formulaciones con múltiples capas de polielectrolitos, lo que ofrece un control preciso sobre el espesor, la permeabilidad y la liberación progresiva del principio activo. Para lograrlo, primero se prepararon nanoemulsiones (NE) de tipo aceite en agua (O/W), donde se co-encapsuló FF junto con cada uno de los compuestos naturales. Luego, se recubrieron con una capa externa de zinc-alginato y se agregó una capa de palatante a base de harina de krill. Finalmente, las formulaciones fueron sometidas a un proceso de secado por aspersión, obteniendo un producto final en formato de polvo con partículas de tamaño micrométrico, adecuado para su uso en alimentación animal.

Las formulaciones presentaron características físico-químicas favorables. Las NE con *Aloe vera* mostraron una tonalidad verde amarillenta, mientras que las formuladas con orujo de uva adquirieron un color rojizo claro, ambas sin signos de separación de fases ni aglomeraciones. Como era de esperarse, el control negativo (sin FF ni compuestos naturales) se mantuvo con una coloración blanquecina (ver Figura 2).

Respecto al tamaño de partícula, ambas nanoemulsiones se mantuvieron en el rango coloidal, con tamaños de 208,66 nm para FF-*Aloe vera* y 235,32 nm para FF-orujo de uva, lo que favorece la estabilidad de las formulaciones. Además, ambas presentaron potencial zeta negativo e índices de polidispersión (PDI) de 0,15 y 0,23, respectivamente, lo que refleja una buena uniformidad y estabilidad del sistema. También se observó una concentración de partículas del orden de 10^{12} , con valores de $3,79 \times 10^{12}$ y $3,25 \times 10^{12}$ para las formulaciones de FF con *Aloe vera* y orujo de uva, respectivamente, confirmando la reproducibilidad del método utilizado (ver Tabla 1).



Figura 2: (A) Nanoemulsión (O/W) control sin Florfenicol (FF) ni compuestos bioactivos. (B) Nanoemulsión (O/W) de Florfenicol con aloe vera (*Aloe barbadensis Miller*). (C) Nanoemulsión (O/W) de Florfenicol con orujo de uva (*Vitis vinifera*).

Tabla 1: Resultados de concentración de partículas, tamaño de partículas, potencial zeta y PDI promedio de las nanoemulsiones de FF-aloe vera y FF-orujo de uva.

Parámetros de caracterización	NE de FF-aloe vera	NE de FF-orujo de uva
Concentración de partículas /mL	$3,79 \times 10^{12} \pm 3,61 \times 10^{11}$	$3,25 \times 10^{12} \pm 2,61 \times 10^{11}$
Tamaño de partícula (nm)	$208,66 \pm 5,92$	$235,32 \pm 59,01$
Potencial zeta (mV)	$-33,22 \pm 1,35$	$-35,48 \pm 1,22$
Índice de polidispersión (PDI)	$0,15 \pm 0,01$	$0,23 \pm 0,12$

Respecto a las micropartículas LbL, tras el secado por aspersión presentaron una morfología adecuada, aunque con cierto grado de aglomeración (Figura 3). En dispersión acuosa, el tamaño promedio fue de $176,41 \mu\text{m}$ para FF-*Aloe vera* y de $71,7 \mu\text{m}$ para FF-orujo de uva, mientras que la formulación control, sin florfenicol ni compuestos naturales, mostró partículas mucho más pequeñas, con un promedio de $7,61 \mu\text{m}$. El índice *span*, que mide la dispersión en el tamaño de las partículas, fue de 7,68 para FF-*Aloe vera* y 3,55 para FF-orujo de uva, mientras que el control blanco presentó un *span* de 1,17. Esto indica una mayor homogeneidad en la distribución del tamaño de partículas en la formulación FF-orujo de uva en comparación con FF-*Aloe vera* (ver Tabla 2).

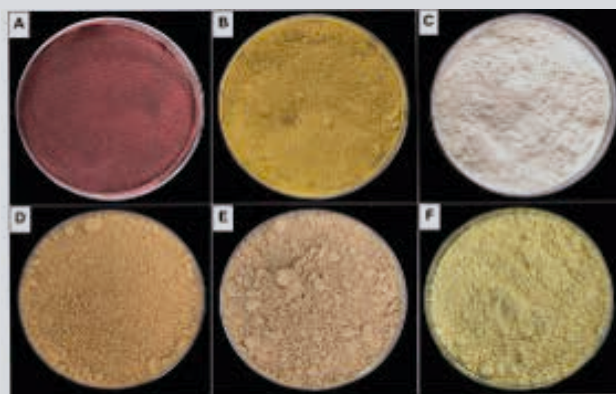


Figura 3: (A) Extracto de Orujo de Uva (*Vitis vinifera*) al 90%; (B) Extracto de Aloe Vera (*Aloe barbadensis Miller*); (C) Formulación comercial; (D) Micropartículas LbL de FF con Aloe Vera (*Aloe barbadensis Miller*); (E) Micropartículas LbL de FF con Orujo de uva (*Vitis vinifera*); (F) Micropartículas LbL control negativo.

Tabla 2: Resultados tamaño de partículas, SPAN y potencial zeta promedio en medio acuoso de las micropartículas *layer by layer* de FF-aloe vera y FF-orujo de uva.

Parámetros de caracterización	Micropartículas FF-aloe vera	Micropartículas FF-orujo de uva	Micropartículas Blanco
Tamaño (μm)	$176,41 \pm 273,50$	$71,7 \pm 106,06$	$7,61 \pm 3,07$
SPAN (mm)	$7,68 \pm 7,39$	$3,55 \pm 2,89$	$1,17 \pm 0,31$
Potencial zeta (mV)	$-44,5 \pm 4,5$	$-49,7 \pm 1,5$	$-44,5 \pm 2,6$

Los resultados de la cuantificación de florfenicol (FF) encapsulado, obtenidos mediante cromatografía líquida de ultra alto rendimiento (UHPLC), mostraron una alta eficiencia de encapsulación, alcanzando un 94% tanto para las formulaciones FF-*Aloe vera* como FF-orujo de uva. Esto indica que la mayoría del fármaco quedó correctamente encapsulado dentro de del sistema *layer by layer*, asegurando la estabilidad y el control en la liberación del principio activo.

Actividad antimicrobiana *in vitro* de formulaciones layer by layer

Una vez confirmada la alta eficiencia de encapsulación del florfenicol en ambas formulaciones, el siguiente paso fue evaluar la actividad antimicrobiana de los compuestos bioactivos co-encapsulados. Para ello, se determinó la concentración mínima inhibitoria (CMI) de los extractos de *Aloe vera* y orujo de uva (*Vitis vinifera*) frente a *Piscirickettsia salmonis* mediante el método de microdilución en caldo, realizado por triplicado. Estos resultados permitieron cuantificar la eficacia antimicrobiana directa de los compuestos naturales antes de analizar el efecto sinérgico con el florfenicol.

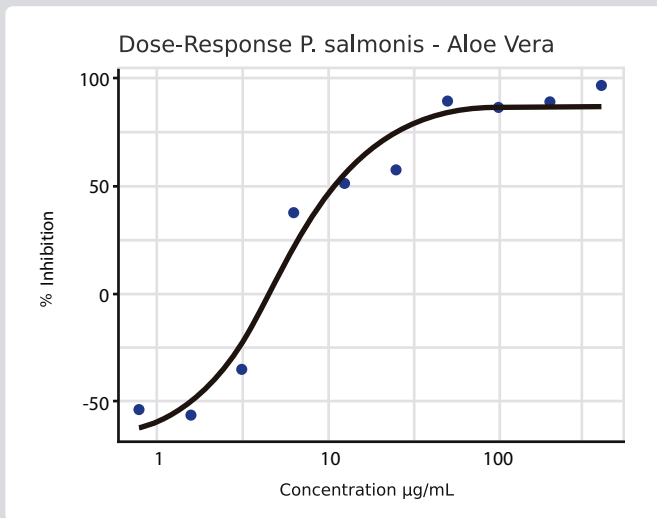
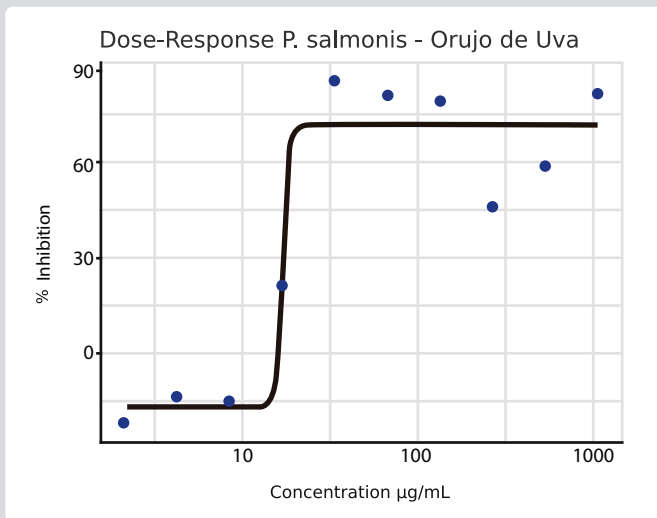


Figura 4: Modelamiento logístico de 4 parámetros. Evaluación de la dosis-respuesta de aloe vera y orujo de uva frente a *Piscirickettsia salmonis*.

Posteriormente, se evaluó la concentración mínima inhibitoria (CMI) de las formulaciones layer by layer (LbL) utilizando la técnica de microdilución en caldo, siguiendo la metodología descrita por Yañez et al. (2014) con algunas modificaciones. En este análisis se midió la actividad antimicrobiana tanto de las nanoemulsiones como de las micropartículas LbL obtenidas tras el secado por aspersión de dichas nanoemulsiones. Los resultados revelaron una notable mejora en la eficacia antimicrobiana al pasar de las nanoemulsiones a las micropartículas LbL: la CMI para las nanoemulsiones de FF-orujo de uva fue de 7,81 µg/mL, mientras que para las

micropartículas LbL de FF-orujo de uva disminuyó a 3,91 µg/mL. De forma similar, las nanoemulsiones de FF-aloe vera mostraron una CMI de 0,98 µg/mL, que se redujo aún más a 0,24 µg/mL en las micropartículas LbL (Figura 5).

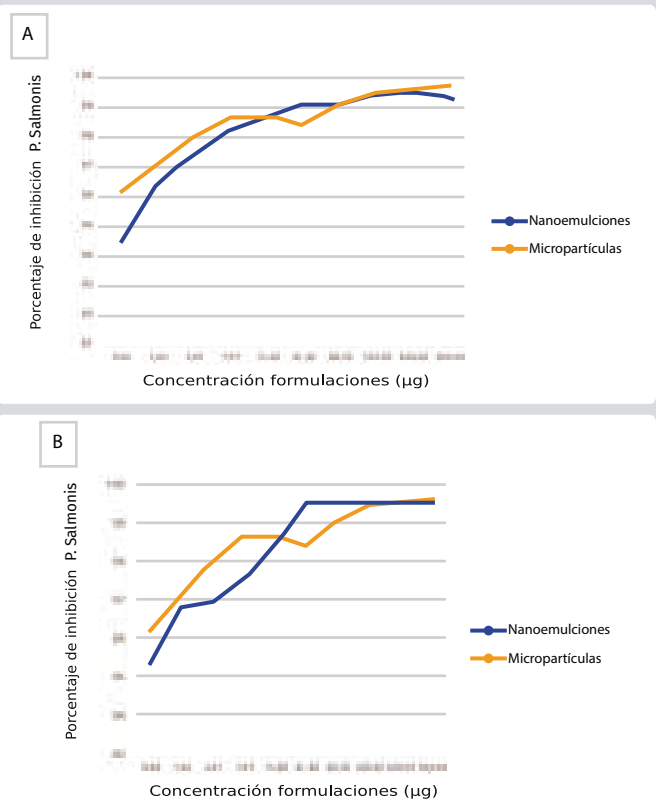


Figura 5: Porcentaje de inhibición de *P. salmonis* frente a formulaciones de FF-orujo de uva (A) y FF-aloe vera (B).

Actualmente, nuestro equipo de investigación se encuentra realizando los estudios para evaluar de manera detallada el efecto sinérgico entre el florfenicol y los compuestos bioactivos presentes en el aloe vera y el orujo de uva dentro de las formulaciones LbL. Estos análisis buscan determinar cómo la combinación de estos agentes puede potenciar la actividad antimicrobiana frente a *Piscirickettsia salmonis*, optimizando la eficacia terapéutica y permitiendo potencialmente reducir las dosis necesarias de florfenicol. Los resultados de estos estudios serán clave para validar el potencial de estas formulaciones como una alternativa innovadora y sostenible para el control de enfermedades en la salmicultura.

Mirando al futuro

El uso de extractos naturales como adyuvantes terapéuticos representa una estrategia sostenible y prometedora para enfrentar los desafíos actuales del uso de antimicrobianos en la salmicultura. La combinación de florfenicol con compuestos como los presentes en aloe vera y orujo de uva no solo podría permitir una reducción en las dosis requeridas, sino también contribuir a preservar la eficacia de los tratamientos, proteger el medio ambiente y mejorar la percepción pública de la industria. La investigación aplicada y los ensayos en condiciones de cultivo representan el siguiente paso crucial para validar estas soluciones naturales como herramientas viables dentro de los programas de salud en la acuicultura chilena.

BIBLIOGRAFÍA

Arbab, S., Buriro, R., Bhugio, S., Shah, A., Soomro, J., Kalwar, Q., Fazilani, S y Vistro, W. (2020). Antimicrobial Properties of Aloe Vera Gel Extracts against Bacterial Isolates from Wound of Donkey. *Pakistan J. Zool.*, 52(6), 2333-2339. <https://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/20190424140406>

Biharee, A., Sharma, A., Kumar, A., Jaitak, V. (2020). Antimicrobial flavonoids as a potential substitute for overcoming antimicrobial resistance. *Fitoterapia*, 146, 104720. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2020.104720>

Cabello, F., Millanao, A., Godfrey, H. (2025). Piscirickettsia salmonis pathogenicity: using the damage-response framework to look beyond smoke and mirrors. *mBio* 16:e03821-24. <https://doi.org/10.1128/mbio.03821-24>

Chacón, O., Forno, N., Lapiere, L., Muñoz, R., Fresno, M y San Martín, B. (2019). Effect of Aloe barbadensis Miller (Aloe vera) associated with beta-lactam antibiotics on the occurrence of resistance in strains of *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus uberis*. *European Journal of Integrative Medicine*, 32, 100996. <https://doi.org/10.1016/j.eujim.2019.100996>

Forno-Bell, N., Muñoz, MA., Chacón, O., Pachá, P., Iragüen, D., Cornejo, J y San Martín, B. (2021). Efficacy Prediction of Four Pharmaceutical Formulations for Intramammary Administration Containing Aloe vera (L.) Burm. f. Combined with Ceftiofur or Cloxacillin in Lactating Cows as an Alternative Therapy to Treat Mastitis Caused by *Staphylococcus aureus*. *Front Vet Sci*, 8, 572568. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.572568>

Goudarzi, M., Fazeli, M., Azad, M., Seyedjavadi, S y Mousavi, R. (2015). Aloe vera Gel: Effective Therapeutic Agent against Multidrug-Resistant *Pseudomonas aeruginosa* Isolates Recovered from Burn Wound Infections. *Chemotherapy Research and Practice*, 2015 (1). <https://doi.org/10.1155/2015/639806>

Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). (2024). Informe final "Vigilancia de la resistencia bacteriana a los antimicrobianos de uso habitual en la salmonicultura nacional". <https://www.ifop.cl/wp-content/contenidos/uploads/Repositorioifop/InformeFinal/2024/P-654050.pdf>

López-Astorga, M., Molina-Quijada, C. C., Ovando-Martínez, M., Leon-Bejarano, M. (2022). Orujo de uva: Más que un residuo, una fuente de compuestos bioactivos. *Epistemos* (Sonora), 16(33), 115-122. <https://doi.org/10.36790/epistemos.v16i33.283>

Ochingo, JJ., Chepkirui, M y Kemunto, V. (2023). The effect of dietary aloe vera powder on growth performance and survival rate of *Oreochromis niloticus* fries. *Int J Aquac Fish Sci*, 9(1): 004-011. <https://doi.org/10.17352/2455-8400.000086>

Rozas-Serri, M. (2022). Why Does *Piscirickettsia salmonis* Break the Immunological Paradigm in Farmed Salmon? Biological Context to Understand the Relative Control of *Piscirickettsiosis*. *Front Immunol* 21(13), 856896. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.856896>

SAG. (2023). Informe Ejecutivo Final - Existencia de Vinos 2023. Disponible en: <https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/informe%20existencia%202023.pdf>

Sanhueza, L., Melo, R., Montero, R., Maisey, K., Mendoza, L., Wilkens, M. (2017). Synergistic interactions between phenolic compounds identified in grape pomace extract with antibiotics of different classes against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *PLoS one*, 12(2), e0172273. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172273>

San Martín, B., Fresno, M., Cornejo, J., Godoy, M., Ibarra, R., Vidal, R., Araneda, M., Anadón, A y Lapiere, L. (2019). Optimization of florfenicol dose against *Piscirickettsia salmonis* in *Salmo salar* through PK/PD studies. *PLoS One*, 14(5): e0215174. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215174>

SERNAPESCA. (2023). Informe sobre uso de antimicrobianos y antiparasitarios en la salmonicultura nacional. https://www.sernapesca.cl/app/uploads/2024/06/Informe-sobre-el-uso-de-antimicrobianos-y-antiparasitarios-en-la-salmonicultura-nacional-Ano-2023_v20240606.pdf



Más resistencia mismo diámetro

Combinet ofrece una mayor resistencia a la tracción sin necesidad de aumentar el grosor, asegurando redes más livianas y eficientes.


Nudos más estables sin corrimientos


Durabilidad superior


Innovación exclusiva de Badinotti



65 2 223 800



Ruta 226 km 9.2 El Tepual, Puerto Montt, Chile.



www.badinotti.com


Group | Since 1910

Experimental time line:

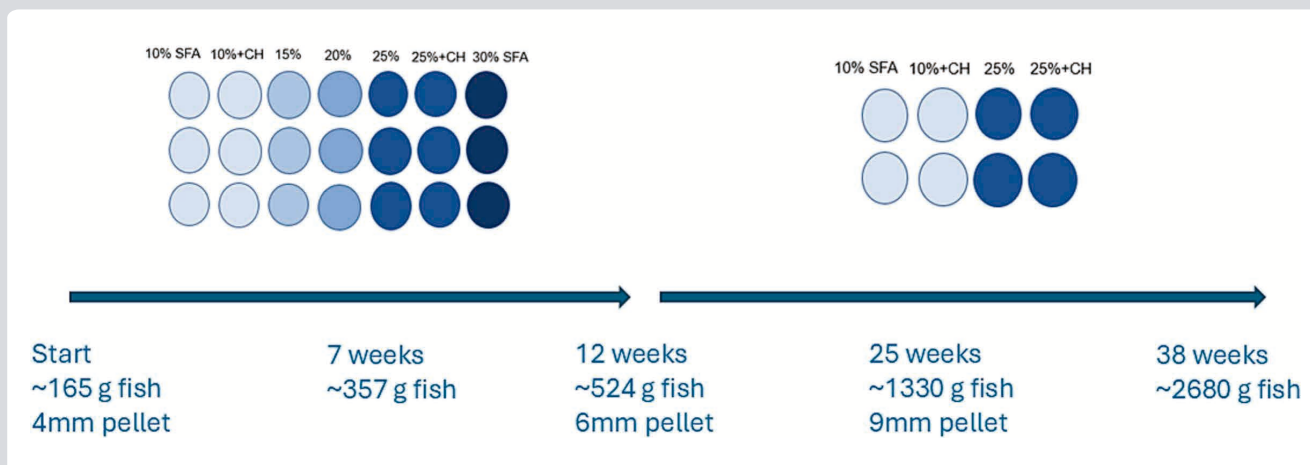


Figura 1: Visión general del diseño experimental. El ensayo comenzó con 7 dietas (5 niveles de AGS, y dos de ellos también con CHOL añadido) suministradas a tanques triplicados. Créditos: Estudio.

Niveles óptimos de grasa saturada y la interacción del colesterol en alimentos para salmón del Atlántico

Nini H. Sissener^{a,e}, Grethe Rosenlund^b, Thomas Larsson^c, Øystein Sæle^a, Bente Ruyter^c, Antony Jesu Prabhu Philip^d, Ingunn Stubhaug^b

^aInstitute of Marine Research, Box 1870 Nordnes, 5817 Bergen, Norway

^bSkretting Aquaculture Innovation, PO Box 48, 4001 Stavanger, Norway

^cNorwegian Institute of Food, Fisheries and Aquaculture Research (Nofima), Box 210, NO-1431 Ås, Norway

^dNorwegian Institute of Food, Fisheries and Aquaculture Research (Nofima), Box 1425 Oasen, NO-5844 Bergen, Norway

^eCurrent employer: Norwegian Institute of Food, Fisheries and Aquaculture Research (Nofima), Box 1425 Oasen, NO-5844 Bergen, Norway

Un nuevo estudio desarrollado por investigadores del Institute of Marine Research, Skretting Aquaculture Innovation y Nofima, analizó si existe un nivel mínimo de ácidos grasos saturados (SFA) en el alimento requerido para mantener un buen rendimiento del pez y la calidad del filete, e investigó las posibles interacciones con el colesterol dietético (CHOL) en estos parámetros.

Los alimentos acuícolas para el salmón Atlántico de cultivo (*Salmo salar* L), se formulan con aceite de pescado (FO) reducido y mayor cantidad de aceite vegetal en comparación con hace 20 años. Las consecuencias de este cambio, incluyendo la reducción de los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga n-3 (LC-PUFA) y el aumento de los ácidos grasos (FA) típicamente ricos en aceites vegetales, como el 18:1n-9 y el 18:2n-6, se han estudiado extensamente.

Sin embargo, este cambio también conlleva alteraciones en la composición lipídica de la dieta que han recibido mucha menos atención; concretamente, niveles reducidos de ácidos grasos saturados (SFA) y colesterol (CHOL) en el alimento acuícola. Una posible razón para esto es que los SFA y el CHOL no se consideran nutrientes esenciales para el salmón, ya que el pez es capaz de producirlos endógenamente.

Ahora bien, el salmón está adaptado a una dieta natural rica en estos nutrientes. No se sabe si el salmón puede producir suficiente cuando los niveles dietéticos se reducen drásticamente, o si esta producción desviaría demasiada energía del crecimiento o tendría otras consecuencias negativas para el pez.

Por otra parte, la coloración roja/rosada del músculo del salmón es causada por la retención del pigmento astaxantina, y se encuentra entre los criterios de calidad más importantes para los consumidores. En este sentido, se ha observado una mejora en el color del filete en peces alimentados con dietas basadas en aceites de pescado (FOs) en comparación con aceites vegetales, y algunos estudios han demostrado que el contenido de colesterol en la dieta puede afectar la pigmentación del filete. Dado que la astaxantina se encuentra entre los ingredientes de alimentación más costosos, los factores que potencialmente afectan su retención en el músculo son de gran interés para la industria acuícola.

En este escenario, un equipo de investigadores desarrolló un nuevo estudio que investiga el nivel mínimo de ácidos grasos saturados (SFA) en el alimento requerido para mantener un buen rendimiento del pez y la calidad del filete y profundiza en las posibles interacciones con el colesterol dietético (CHOL) en estos parámetros.

En este contexto, los expertos indagaron en las consecuencias de ello y profundizaron en un ensayo de alimentación con cinco niveles diferentes de AGS, que van del 10 al 28 % de los ácidos grasos totales (AGT) en el alimento. Con un bajo contenido de harina y aceite de

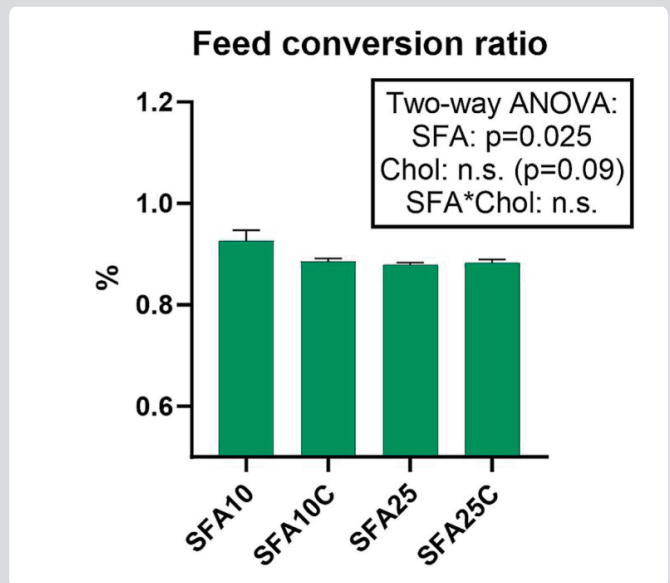
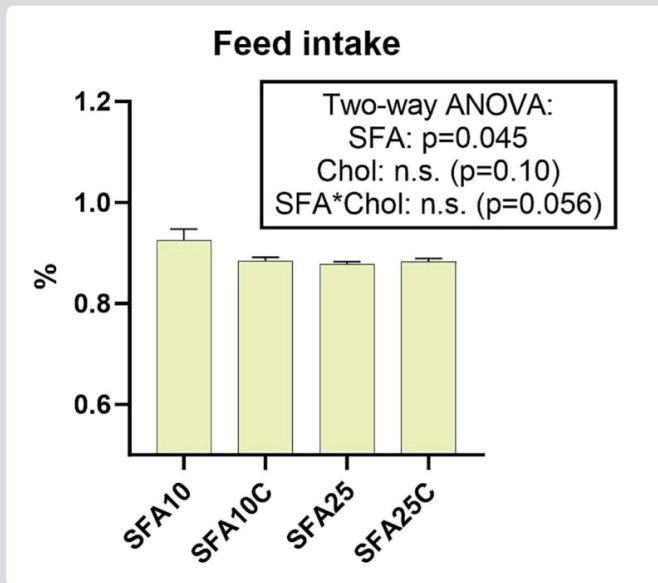


Figura 2. Retención de 16:0 y colesterol. Retención aparente (ganancia de nutriente en % de la cantidad de nutriente ingerido) en el periodo de alimentación desde la semana 7 a la 12 para el ácido graso saturado 16:0 y el colesterol (CHOL). Créditos: Estudio.

Sobre el estudio

El estudio se desarrolló partiendo de la base que la reducción de ingredientes marinos en los alimentos para el salmón del Atlántico de cultivo ha resultado en una disminución de los ácidos grasos saturados (AGS) y el colesterol (COL) en el alimento.

pescado, todas estas dietas tenían un nivel basal bajo de COL (<500 mg/kg).

Además, las dietas con 10 % de AGS y 25 % de AGS también se elaboraron con COL añadido (>2100 mg/kg), lo que dio como resultado un diseño factorial con AGS alto/bajo y COL alto/bajo, además del diseño de regresión con AGS.

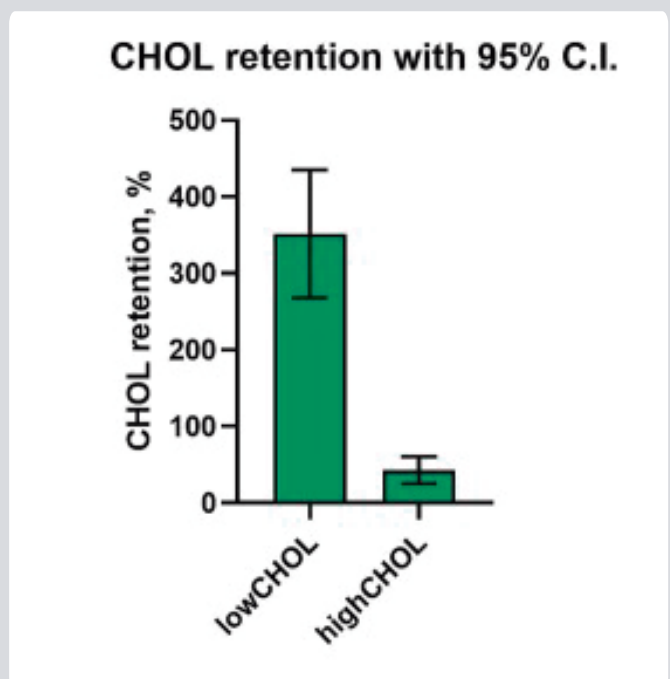
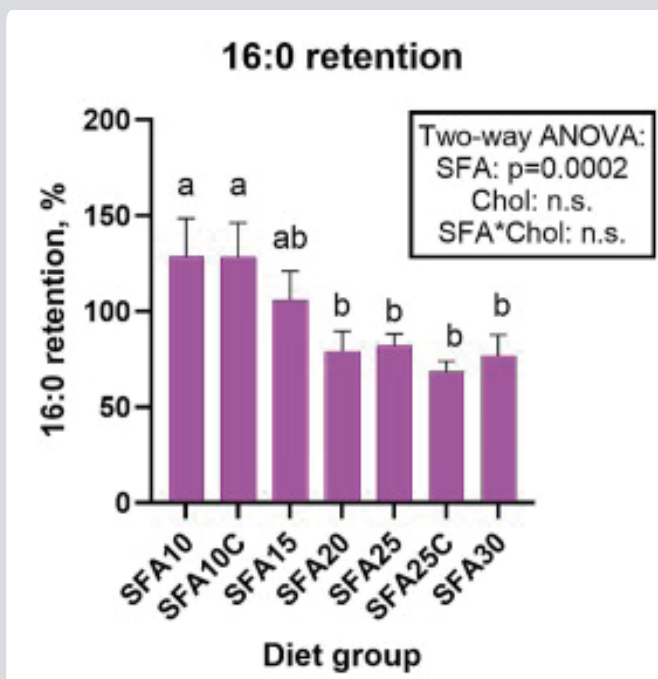


Figura 3. Ingesta y utilización de alimento acuícola. La figura muestra el consumo de alimento acuícola (unidad: % del peso corporal/día) y el índice de conversión del alimento, en la segunda fase del ensayo, de la semana 12 a la 38.

Hallazgos más relevantes

Los científicos indicaron que “los resultados mostraron el mayor impacto por los bajos niveles de AGS, como la reducción del crecimiento junto con un mayor consumo de alimento y un índice de conversión alimenticia (ICA) elevado, posiblemente relacionado con la energía gastada en la producción endógena de AGS. También se observó una tendencia similar en el crecimiento y el ICA para el COL, pero menos pronunciada”.

“El bajo nivel de AGS (10 % de los AGT) también tuvo un impacto negativo en la calidad del filete, lo que resultó en una mayor pérdida de líquido después de la congelación y descongelación. La combinación de bajo nivel de AGS (10 % de los AGT) y bajo nivel de COL (<500 mg/kg) redujo la firmeza muscular, mientras que ambos también tuvieron un impacto negativo en el color del filete y el contenido de astaxantina”, detallaron.

Si bien ni los AGS ni el colesterol son nutrientes esenciales para el salmón, ya que estos pueden producirse endógenamente, “los resultados actuales muestran que los niveles no deben ser tan bajos como el 10 % de AGS de los AGT o < 500 mg/kg de COL, lo que comprometería el rendimiento del pescado y la calidad del filete”, afirmaron.

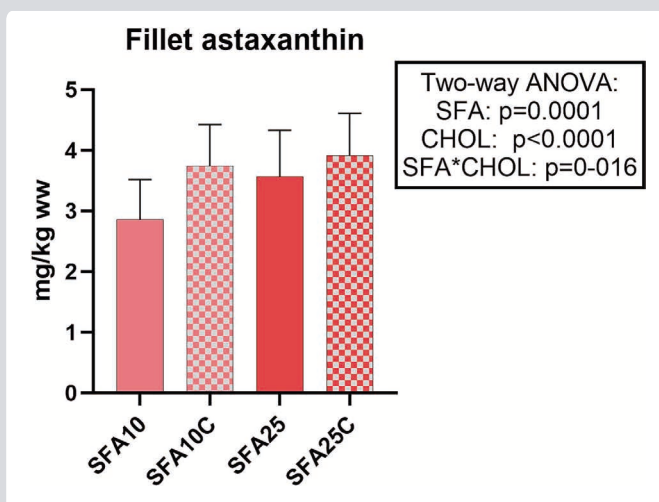


Figura 4. Astaxantina en filetes después de 38 semanas. Los datos se basan en 20 peces por tanque (40 por grupo de dieta) y se presentan como media \pm DE.

Implicaciones para la industria

Actualmente, los niveles de AGP (ácidos grasos saturados) y COL (colesterol) utilizados comercialmente en Noruega son más altos que los grupos más bajos empleados en este estudio (Sele et al., 2023). Sin embargo, estos nutrientes se aportan principalmente a través de las fracciones de aceite de pescado y harina de pescado del alimento, las cuales podrían disminuir si la disponibilidad/volumen de producción de nuevas fuentes de EPA + DHA aumenta, como se predice (Glen-cross et al., 2024).

Por lo tanto, “es cada vez más importante conocer cuáles son los límites mínimos de estos nutrientes para asegurar un rendimiento óptimo, la salud de los peces y la calidad del producto. Las fuentes novedosas relevantes

de EPA + DHA incluyen aceites de algas o canola y camelina transgénicas, todas las cuales se han utilizado con éxito en alimentos para salmónidos (Betancor et al., 2015; Ruyter et al., 2019; Santigosa et al., 2020)”, recordaron los autores.

“Ni los aceites de algas ni los aceites vegetales contienen colesterol, y la canola transgénica contiene tan solo un 7.4% de AGP (Ruyter et al., 2019). Se han realizado ensayos a largo plazo en la fase de agua de mar con todas estas fuentes para demostrar su capacidad de reemplazar el aceite de pescado como principal fuente de EPA + DHA; sin embargo, se utilizaron productos de animales terrestres o aceite de palma para equilibrar los AGP (Hatlen et al., 2022; Leyton et al., 2024; Tocher et al., 2024)”, detallaron los expertos.

“Si bien los productos de animales terrestres se utilizan comúnmente en la salmonicultura en Canadá, Australia y Chile, aportando tanto AGP como colesterol, hasta ahora se han evitado estos ingredientes en Noruega debido a preocupaciones sobre la aceptación del consumidor”, explicaron.

“Considerando la importancia de estos nutrientes para el rendimiento del salmón y la calidad del filete, como se demostró en el presente ensayo, parece un desperdicio no utilizar este tipo de ingredientes, que pueden obtenerse localmente y no compiten con el consumo humano”, aseguraron los investigadores.

El estudio completo está publicado en la Revista *Aquaculture: Saturated fat and cholesterol in Atlantic salmon (Salmo Salar L.) feeds are important for fish performance, fillet quality and colour*

Descubre el impacto del salmón en tu vida



YouTUBE

siguenos



Instagram



LinkedIn

visita



Página WEB

descarga



RevistaDIGITAL



InfoSALMON

Una Empresa de  InfoMEDIA



Más allá de la harina de pescado: Nuevos Ingredientes que revolucionan la nutrición

Por **Jorge Elgueta Catalán**
Periodista de InfoSALMON

La industria acuícola global está viviendo un proceso de transformación sin precedentes gracias a la incorporación de nuevos aditivos de nutrición diseñados específicamente para optimizar la salud y el rendimiento de los salmones. Este avance, que tiene un impacto directo en Chile—uno de los principales exportadores de salmón a nivel mundial—también promete cambiar el panorama de la acuicultura a nivel internacional. La implementación de estos aditivos podría ayudar a superar los desafíos de salud, sostenibilidad y eficiencia que tradicionalmente han afectado a la industria.

Evolución y mejora continúa

Tradicionalmente, la harina de pescado ha sido la principal fuente de proteínas en las dietas de salmones, debido a su elevado valor nutricional. Sin embargo, el aumento sostenido en la demanda de productos acuícolas y la presión sobre los recursos pesqueros han llevado a un alza significativa en los costos de estos ingredientes de origen animal, lo que ha impulsado el desarrollo de alternativas más sostenibles y económicas.

Auge a la investigación

En este contexto, la investigación en nuevas fuentes proteicas ha avanzado considerablemente, incluyendo el uso de proteínas vegetales, subproductos agroindustriales, harinas de insectos y microorganismos unicelulares como algas y bacterias. Estos avances han permitido diversificar la composición proteica de los alimentos para salmones, reduciendo la dependencia de ingredientes marinos sin comprometer el rendimiento productivo. Paralelamente, el desarrollo de aditivos funcionales, como

probióticos, prebióticos y enzimas digestivas, ha contribuido a mejorar la eficiencia alimentaria y la salud intestinal de los peces, adaptando la nutrición acuícola a un modelo más sostenible y tecnológicamente avanzado.⁽¹⁾

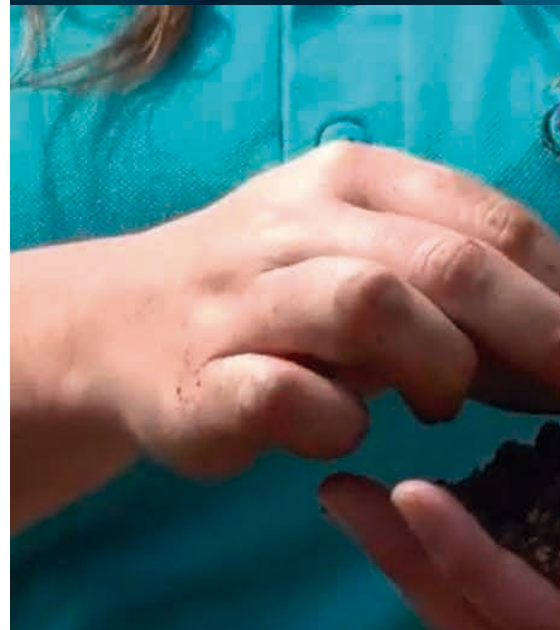
Avances en la nutrición acuícola: Mejorando la salud y la productividad

Los nuevos aditivos desarrollados por científicos y expertos en nutrición acuática están formulados para mejorar la absorción de nutrientes esenciales, reforzar la respuesta inmunológica de los salmones y reducir la huella ambiental de la producción acuícola.

Entre sus beneficios más destacados se encuentran una mayor tasa de crecimiento, una mejora en la calidad de la carne y una notable disminución de las enfermedades que afectan comúnmente a los salmones en cautiverio. Esto no solo eleva la rentabilidad de las empresas acuícolas, sino que también ofrece una solución más sostenible frente a los retos medioambientales de la industria.

Innovación y Sostenibilidad: Enfoques más verdes en la acuicultura

La industria acuícola en la actualidad transita un camino más allá de la productividad, y se enfoca en la investigación, tecnología y mejora para disminuir el uso de antibióticos y la sobreexplotación de recursos marinos. En ese rumbo, los aditivos de nutrición innovadores están contribuyendo a mitigar estos problemas, ya que optimizan la absorción de nutrientes y minimizan los residuos.



AcuiOlive ha desarrollado InmuOlive, un aditivo que utiliza subproductos de la olivicultura para mejorar la salud de los salmones

(1) <https://www.observatorio-acuicultura.es/sites/default/files/images/adjuntos/libros//alimentacion.pdf>



ChileBio - La ingeniería genética aplicada a cultivos como la camelina abre una oportunidad concreta para avanzar hacia una acuicultura más sustentable.

Innovación en acuicultura: camelina transgénica y aditivos vegetales para mejorar la salud del salmón

Chile, como líder en la producción de salmón, está en el centro e inquietud de los científicos por continuar en esta revolución.

De esta forma, experiencias como la incorporación de la camelina transgénica como fuente de Omega-3 representa una alternativa innovadora y sostenible para la alimentación de salmones, al reducir la dependencia de la pesca intensiva y enriquecer el perfil nutricional del producto final.

Según Miguel Ángel Sánchez, director ejecutivo de ChileBIO, este avance biotecnológico no compromete el crecimiento de los peces y ofrece beneficios tanto para la salud animal como para el consumidor, al producir carne con un mayor contenido de ácidos grasos esenciales. Además, esta tecnología contribuye significativamente a disminuir la presión sobre especies marinas como la anchoveta, utilizadas tradicionalmente para la elaboración de harina y aceite de pescado.



Una de las empresas que ha tomado ese camino es AcuiOlive, una compañía chilena que ha desarrollado el InmuOlive, un aditivo que utiliza subproductos de la olivicultura para mejorar la salud de los salmones. Desde AcuiOlive indican que *“la sinergia entre la salmonicultura y la olivicultura es una de las soluciones más innovadoras en la industria. No solo estamos mejorando la salud de los salmones, sino que también estamos reduciendo el desperdicio de recursos y promoviendo un modelo de economía circular.”*⁽²⁾

A pesar del potencial de estos avances, Chile enfrenta desafíos regulatorios que dificultan la producción local de camelina transgénica y otros cultivos modificados genéticamente. *“Podríamos importar el aceite y utilizarlo en formulaciones de alimentos, o darlo directamente en alimentación o incluso humana”,* dijo Miguel Ángel Sánchez. A pesar de ello, contrastó que *“si quisiéramos producir la canola y la camelina en Chile tendríamos trabas, porque hay vacíos regulatorios de la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente”*.⁽³⁾

(2) www.acuiolive.com/blog/2024/acuiolive-creando-simbiosis-entre-salmonicultura-y-olivicultura

(3) www.latribuna.cl/agroforestal/2025/05/29/camelina-transgenica-mejoraria-los-niveles-de-omega-3-en-salmones-y-reduciria-la-presion-sobre-la-pesca-intensiva.html

Por otro lado desde la Academia, hace un tiempo en el Policy Brief del INCAR titulado “Aditivos fitogénicos aplicados en dietas funcionales para el mejoramiento de la salud de salmónidos” de los autores:

Natacha Santibáñez, Tatiana Pérez, Luis Vargas y Alex Romero, plantean que el uso de aditivos fitogénicos en dietas funcionales representa una estrategia prometedora para mejorar la salud de los salmónidos en acuicultura. Se comenta en la publicación científica que estos aditivos, derivados de extractos vegetales, han demostrado beneficios como la estimulación del sistema inmunológico, mejora en la digestión, mayor absorción de nutrientes y reducción del estrés. (4)

Nuproxa Chile destaca uso de aditivos herbales en nutrición de peces

Javier González, gerente Técnico y de Desarrollo de Nuproxa Chile SpA, destacó que en la última década los aditivos derivados de plantas y hierbas han logrado ocupar su espacio en la nutrición y salud de los peces.

Estos compuestos, cuyos principios activos son de origen fotogénico, permiten reemplazar aditivos y nutrientes sintéticos que se han utilizado durante décadas en la formulación de alimentos.

Entre sus efectos se encuentran la mejora de la salud general y del rendimiento productivo, el fortalecimiento del sistema inmune y de la salud intestinal, mayor robustez, control del estrés y propiedades antimicrobianas, así como la protección de órganos vitales como hígado, corazón, riñón y tejido óseo.

Nuproxa Chile SpA, empresa asociada a Nuproxa Switzerland Ltd., desarrolla y comercializa en el país aditivos nutricionales de origen herbal. Su portafolio incluye soluciones orientadas a problemáticas de la industria como enfermedades bacterianas y virales, calidad del producto final (melanosis, pigmentación), cataratas, afecciones branquiales, trastornos en la piel, anomalías esqueléticas, patologías hepáticas y bajas en el rendimiento. Además, la empresa ofrece nutrientes de origen natural como reemplazo de suplementos sintéticos, incluyendo algunas

vitaminas y aminoácidos.

Nuproxa Chile ha seleccionado proveedores estratégicos e innovadores, cuyos productos poseen un alto componente técnico. Entre los aditivos que ofrece se incluyen una fuente natural de la forma activa de la vitamina D, una colina de origen polihierbal como alternativa al cloruro de colina sintético, fuentes naturales de vitamina C y E, extractos de plantas ricos en polifenoles, aceites esenciales, emulsificantes y protectores hepáticos.

González informó que recientemente la empresa ha comenzado a trabajar con ingredientes más sustentables como la harina de insecto. Esta línea de trabajo busca consolidar a Nuproxa Chile como socio estratégico para las plantas de alimentos, en el camino hacia una industria más sustentable.

Aceite de algas: clave para el futuro sustentable de la industria del salmón

Los ácidos grasos esenciales EPA, DHA y ARA cumplen un papel determinante en el desarrollo temprano del salmón, particularmente en etapas como la smoltificación y la transición al mar, donde los requerimientos nutricionales aumentan significativamente. Así lo explica Jorge Torres, director de Desarrollo de Negocios para América Latina de Veramaris, quien subraya que “*estos nutrientes son fundamentales no solo para el crecimiento y la salud, sino también para la adaptación de los peces a los cambios de salinidad*”.

Además, advierte que en condiciones comerciales los requerimientos de EPA y DHA suelen ser más altos que en ambientes controlados, lo que obliga a ajustar los perfiles lipídicos del alimento durante todo el ciclo productivo.

En este contexto, la compañía Veramaris ha desarrollado un aceite natural de algas marinas como fuente alternativa y sustentable de estos ácidos grasos, con un perfil superior incluso al del aceite de pescado concentrado.

“*Nuestro aceite de algas permite una formulación precisa del alimento, lo que mejora significativamente la producción de salmón atlántico.*”



Javier González, PhD, gerente técnico y desarrollo, Nuproxa Chile

La propuesta no es solo una alternativa, sino una solución que responde a la necesidad de una acuicultura más eficiente y sustentable”, señala Torres.

La empresa ha complementado esta solución con su guía Optimum Omega Nutrition™, que entrega parámetros claros sobre los niveles óptimos de Omega-3 y Omega-6 para cada etapa del ciclo.

(4) <https://centroincarc.cl/wp-content/uploads/2024/05/Policy-Brief-14-aditivos.pdf>



Gertjan de Koning, Director ejecutivo de Veramaris

Finalmente, el director ejecutivo de Veramaris, Gertjan de Koning, reafirma, "Nuestro aceite de algas ha pasado de ser una alternativa a un ingrediente principal, y nuestro objetivo es asegurar su lugar a largo plazo en las formulaciones de alimentos acuícolas para apoyar el crecimiento sostenible de la industria. Solo con un mayor compromiso



Laboratorio de fermentación Veramaris

de toda la cadena de valor podemos hacer realidad nuestra visión de crecimiento que sustente el futuro y estamos trabajando con nuestros socios para lograrlo", dijo Koning. La mirada de futuro, apunta a dar una respuesta a los desafíos actuales. La industria acuícola avanza hacia formulaciones más sostenibles. Nuevos ingredientes, procesos

innovadores y tecnologías emergentes permiten mantener el rendimiento sin depender de recursos limitados. Esta transformación refleja un compromiso con el equilibrio ambiental, económico y productivo. El futuro de la nutrición en salmones se perfila más eficiente, resiliente y responsable. **VE**



QUINAFISH®

EL CONTROL QUE NECESITAS,
LA TRANQUILIDAD QUE MERECE



Chequea el **status nutricional y sanitario** de los peces con herramientas histológicas **SCORE, DATA, Histoquímica, Patología Clínica y Radiología**

El laboratorio VeHiCe, empresa líder en diagnóstico e investigaciones de patologías y salud de peces, cuenta dentro de su amplio portafolio de servicios, con análisis específicos que se enfocan en la determinación del status nutricional de los grupos productivos de peces. Dentro de estos análisis se pueden mencionar:

Histología

Dentro de los análisis histológicos se encuentran las Evaluaciones de puntuación o SCORE, las que mediante una evaluación histológica de un órgano específico, basada en estudios científicos previos, se puntúa el grado de alteración del tejido y se lleva a una escala que indica en qué nivel de alteración se encuentra.

Dentro de los análisis SCORE de relevancia en el ámbito nutricional se encuentra el SCORE_GUT, el cual evalúa todos los estratos del intestino, asignándole una clasificación de acuerdo a su estado de alteración, además de entregar los valores de longitud de vellosidades intestinales. Este análisis es crucial para la evaluación de una adecuada salud intestinal y por ende de absorción de nutrientes. Otros análisis de relevancia en el ámbito nutricional son el SCORE_LIVER que evalúa la salud hepática (órgano clave en el metabolismo de muchos nutrientes) y el SCORE_PANCREAS que evalúa el páncreas, órgano crucial en los procesos digestivos.

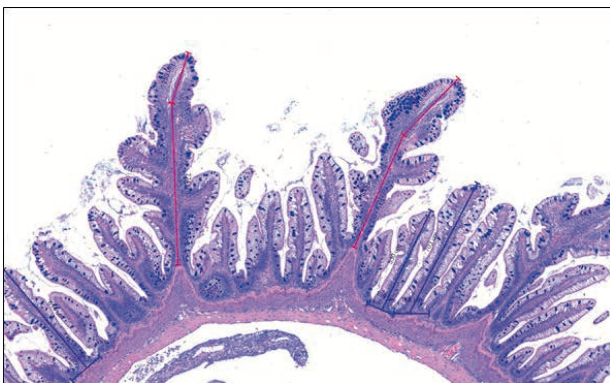


Figura 1. Evaluación y medición de vellosidades simples y complejas en intestino medio posterior (SCORE_GUT, *S. salar*).



Figura 2. Evaluación de tejido pancreático (SCORE_PANCREAS, *S. salar*). Imagen: VeHiCe

Otra de las herramientas histológicas con las cuales cuenta VeHiCe son los análisis cuantitativos o DATA, los cuales, mediante el uso de Software específicos e Inteligencia Artificial, cuantifican estructuras y tipos celulares en los órganos a evaluar. Dentro de los análisis de relevancia desde el punto nutricional se encuentra el DATA_GUT en el cual se cuantifican los estratos y vellosidades intestinales. También se puede mencionar el DATA_SKIN, en el que se cuantifica el grosor de la epidermis, además del número, tamaño y densidad de células mucosas. Este análisis se utiliza para evaluar el efecto de ciertas dietas sobre la salud de la piel. El DATA_MUSCLE es un análisis que cuantifica el tamaño y densidad de las fibras musculares, por lo que es muy útil para ver el efecto de las dietas sobre el desarrollo muscular. Todos los análisis DATA llevan un análisis estadístico de los grupos evaluados.

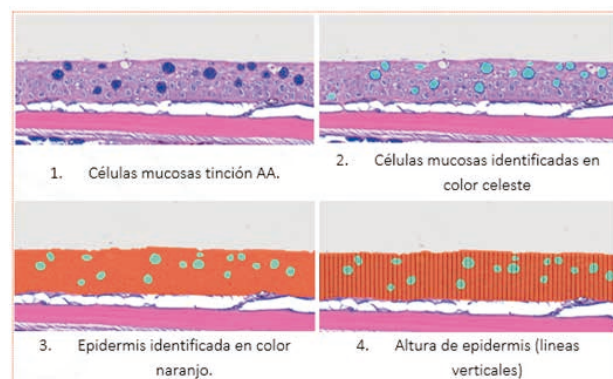


Figura 3. Cuantificación de células mucosas y altura de epidermis (DATA_SKIN, *S. salar*).

Dentro de los análisis histológicos VeHiCe también cuenta con tinciones histoquímicas específicas para detección de minerales en los tejidos como las tinciones Von Kossa y Rojo Alizarín, las cuales se utilizan para evaluar el grado de mineralización de ciertas estructuras y también el efecto de los minerales de la dieta. Otra tinción de relevancia es la Rojo Junqueira, la cual evalúa y cuantifica la proporción de los tipos de colágenos presentes en los tejidos, lo cual puede estar relacionado a la nutrición. Un análisis recientemente desarrollado por VeHiCe es la técnica histoquímica de escamas denominada HISTO_SCALE, la cual evalúa el grado de mineralización de las escamas, análisis crucial para determinar etapas iniciales de déficit de minerales.

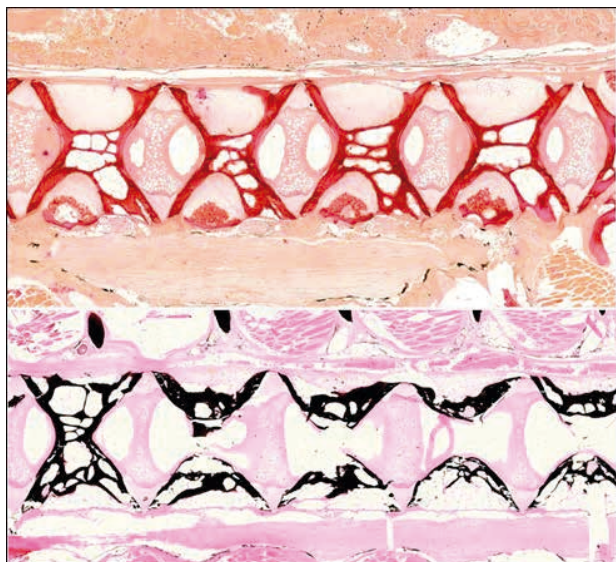


Figura 4. Tinciones histoquímicas Rojo Alizarín (arriba) y Von Kossa (abajo), las que indican mineralización de cuerpos vertebrales en la columna (*S. salar*). Imagen: VeHiCe

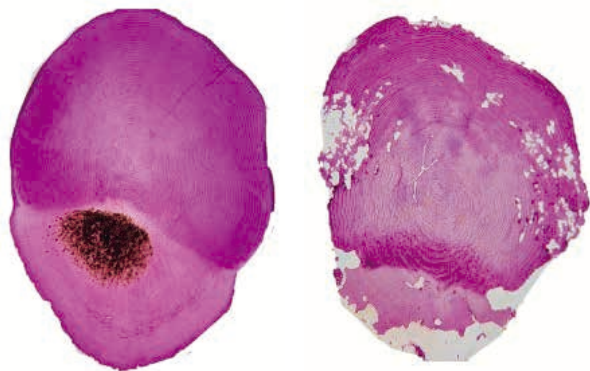


Figura 5. Análisis histoquímico de escama, en donde se observa una escama bien mineralizada (izquierda) y una escama con lagunas de resorción de minerales (derecha) (HISTO_SCALE, *S. salar*). Imagen: VeHiCe

Patología Clínica

El análisis de la bioquímica sanguínea puede ser muy decisiva a la hora de evaluar el perfil nutricional de las poblaciones productivas de peces, ya que, además de evaluar la funcionalidad y fisiología de órganos clave en el metabolismo y digestión de los nutrientes como el hígado, páncreas y tracto gastrointestinal, se puede evaluar el perfil de minerales en sangre (Ca, P, Zn, Mg, Cu, Fe, Se) además del perfil lipídico (colesterol total, LDL, HDL, Triglicéridos).

Radiografía

El análisis radiográfico puede entregar información de gran relevancia a la hora de evaluar una adecuada mineralización de las estructuras óseas que se analizan. Los grados de radiolucidez y radiopacidad que se observan, además de aumentos de espacios intervertebrales, son indicadores del grado de mineralización de los tejidos y del efecto de los minerales de la dieta en éstas estructuras. En este sentido, VeHiCe va un paso al frente en la disciplina radiológica, ya que cuenta con equipos de rayos X de Ultra High Definition, lo que entrega una Calidad de resolución de imagen de alta Calidad, lo que permite un diagnóstico mucho más certero. Además, VeHiCe ha creado y desarrollado análisis específicos con escalas de todas las estructuras óseas del pez (columna vertebral, cráneo, aletas, espinas costales, mandíbula).

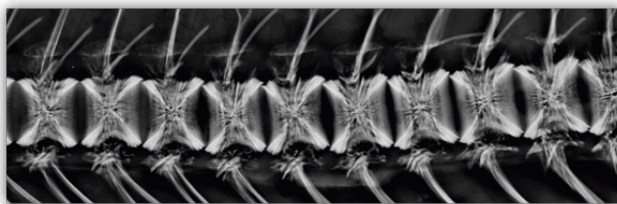


Figura 5. Evaluación de columna vertebral (Radiografía UHD, *S. salar*). Imagen: VeHiCe

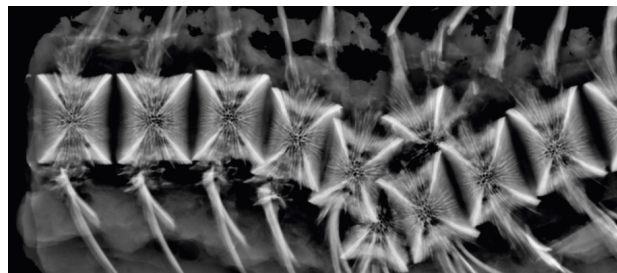


Figura 6. Evaluación de columna vertebral, fractura de cuerpo vertebral (Radiografía UHD, *O. kisutch*) Imagen: VeHiCe

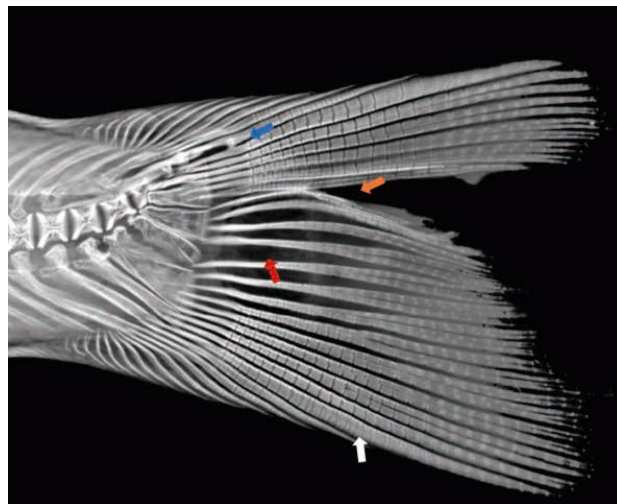


Figura 7. Evaluación de aleta caudal. Separación de lepidotriquias (Radiografía UHD, *S. salar*) Imagen: VeHiCe

Con este portafolio de herramientas diagnósticas con las que contamos, hemos podido resolver muchos casos clínicos de terreno, así como, evaluado muchísimos estudios nutricionales de clientes nacionales e internacionales durante muchos años, constituyéndonos en un partner clave de la industria en el seguimiento de sus planteles productivos de peces, con el fin de mejorar la sustentabilidad y el bienestar animal de la acuicultura global.



Salmón: El superalimento que revoluciona tu **salud** y el **planeta**

Equipo periodístico InfoSALMON



Los desafíos globales son cada vez más complejos y urgentes: el cambio climático avanza sin tregua, los recursos hídricos y la tierra son cada vez más escasos, y la población mundial no deja de crecer, exigiendo soluciones innovadoras para garantizar su alimentación.

En este intrincado escenario, una industria emerge con un rol sorprendentemente preponderante: la salmonicultura. A menudo en el ojo de la tormenta mediática, el salmón se perfila como una proteína climáti-

camente estratégica y con múltiples beneficios para la salud, capaz de ofrecer respuestas a algunas de las preguntas más apremiantes de nuestro tiempo.

Cuando hablamos de alimentación, cada elección cuenta. Y en la carrera por una producción de alimentos más sostenible, el salmón se alza como un verdadero campeón, superando a las carnes tradicionales en varias métricas ambientales clave.

Empecemos por el agua, un recurso cada vez máspreciado. Mientras que producir carne de vacuno exige 15.400 litros de agua por kilogramo, la de cerdo 6.000 y el pollo 4.300, el salmón sorprende con una necesidad de solo 2.900 litros. Esto lo convierte en una de las proteínas más eficientes en el uso del agua, una ventaja innegable en tiempos de escasez hídrica.

La huella de carbono es otro punto a favor. Por cada porción de 40 gramos, el salmón apenas genera 0,67 kilogramos de CO₂ equivalente, comparado con los 0,88 kg del pollo, 1,33 kg del cerdo, o los 5,92 kg que produce una porción similar de carne de vacuno. Claramente, el salmón nos permite disfrutar de una comida nutritiva con una carga mucho menor sobre la atmósfera.

El uso de la tierra también es crucial. Para obtener 100 gramos de proteína, la producción de salmón solo requiere 3,7 metros cuadrados. ¿Y las otras opciones? El pollo demanda 7,1 metros cuadrados, el cerdo 11, y la carne de vacuno una extensión de 102 metros cuadrados. Es evidente que el salmón es una opción que libera valiosa tierra para otros usos o para la conservación de ecosistemas.

En cuanto a la conversión alimenticia, el salmón demuestra una eficiencia excepcional: solo necesita 1,3 kilogramos de alimento para ganar un kilogramo de masa corporal, en contraste con los 7,5 kilogramos que requiere el ganado vacuno. Esto significa menos recursos invertidos para producir más alimento.

El salmón como aliado de la salud

Ahora bien, en una sociedad tensiionada entre la rapidez del día a día, que empuja al consumo de alimen-

tos ultraprocesados, y la necesidad creciente de llevar una vida más saludable, el salmón también aparece como un actor clave. Dejar de verlo como un lujo o una exquisitez ocasional, para comenzar a integrarlo como un alimento esencial, es el enfoque que propone Caroline Yans, directora de la carrera de Nutrición y Dietética de la Universidad Santo Tomás en Puerto Montt.

La académica lidera junto a su equipo el programa "Soy Lo Que Como", que emite nuestro medio asociado Patagonia Radio TV, donde destaca la importancia de una alimentación saludable como pilar para mejorar la calidad de vida.

"Lo primero que hay que considerar es que el salmón es un alimento altamente nutritivo. Presenta proteínas de muy buena calidad, con todos los aminoácidos esenciales, que deben ser consumidas por toda la población en todo el ciclo vital", afirma Yans. Agrega que, en el contexto chileno, "por el alto consumo de alimentos ultraprocesados, las personas no tienen estas proteínas de buena calidad, por eso hay que potenciar el consumo de la proteína que ofrece el salmón".

Junto con ser una fuente de proteína de alta calidad, el salmón destaca por su aporte en ácidos grasos omega-3, reconocidos por sus beneficios para la salud cardiovascular, cerebral y sus propiedades antiinflamatorias. *"Consumir salmón regularmente contribuye a disminuir el riesgo de enfermedades cardiovasculares, infartos, hipertensión y accidentes cerebrovasculares", subraya la nutricionista.*

Respecto a enfermedades crónicas como la diabetes, que afecta a alrededor del 12% de la población adulta según la última Encuesta Nacional de Salud, con números al alza, Yans señala que el omega-3 que contiene el salmón *"ayuda a disminuir la inflamación celular que tienen las personas con diabetes o exceso de peso, lo que reduce el riesgo de estas enfermedades"*.

Pero el impacto positivo del omega-3 va más allá de lo físico. La especialista pone énfasis en los beneficios cognitivos que conlleva su consumo. *"Mejora la función cognitiva en todo el ciclo vital",*



Caroline Yans, directora de la carrera de Nutrición y Dietética de la Universidad Santo Tomás en Puerto Montt, Fotografía: UST

sostiene. Cita estudios nacionales realizados con niños y adolescentes que muestran cómo *“el consumo de omega-3 potencia la actividad cerebral y contribuye a mejores resultados académicos”*.

También destaca su efecto en la salud mental en la tercera y cuarta edad. *“Previene el envejecimiento cerebral y puede retrasar enfermedades neurodegenerativas como Alzheimer, Parkinson y demencia senil”*, explica.

El llamado a masificar su consumo

Por lo anterior, Yans insiste en la necesidad de promover el consumo de salmón de manera transversal. *“El consumo de salmón en Chile es súper bajo, apenas un 12% de la población lo consume regularmente”*, advierte. Recomienda incorporarlo dos veces por semana y plantea que esta meta debería transformarse en un objetivo de carácter nacional.

La académica plantea que para lograrlo se requiere voluntad política y colaboración público-privada. *“Actualmente el kilo de salmón vale alrededor de 15.000 pesos, lo que es impensado para una familia de clase media o media baja”*, reconoce. Por eso, propone que *“se deben generar alianzas entre lo público y lo privado para bajar el precio final al consumidor”*.

A su juicio, la difusión de los beneficios del salmón debe acompañarse de campañas atractivas y cercanas. Sugiere utilizar figuras como

influencers, chefs y personalidades públicas que promuevan *“recetas fáciles, económicas y sabrosas, adaptadas a las distintas gastronomías locales del país”*. Agrega que los *“talleres de cocina comunitarios y recetarios regionales que integren el salmón en la dieta cotidiana”* pueden jugar un rol clave.

Para Yans, comunicar de forma clara y directa las propiedades del salmón es fundamental. *“Lo más importante es educar a la población sobre sus beneficios, mostrar los resultados de los estudios nacionales y así generar conciencia para incorporar el consumo de salmón de manera regular”*.

El impacto del salmón en la vida de los adultos mayores

Ya hemos desglosado las impresionantes credenciales del salmón en materia de sostenibilidad, eficiencia ambiental y salud. Pero la historia no termina ahí. Ahora, ponemos el foco en una iniciativa pionera que lleva los beneficios de esta proteína del plato a la comunidad.

Se trata de una experiencia comunitaria, científica y sustentable desarrollada por Salmones Antártica, junto a la Universidad de Karelia (Finlandia), el INTA de la Universidad de Chile y la Municipalidad de Curaco de Vélez. Este proyecto no es solo un caso de estudio; es un hito que redefine el papel del salmón, elevándolo de ser una excepción culinaria a convertirse en un pilar fundamental para la promoción de la salud. Aquí, el consumo de salmón deja de ser una elección



Programa de Envejecimiento Activo y Saludable, EAS, genera un impacto transformador en las comunidades. Fotografía: EAS

ocasional para ser una práctica promovida activamente por las propias personas, convirtiéndolas en agentes de su propio bienestar.

En el mágico corazón de Chiloé, su población se ha integrado al Programa de Envejecimiento Activo y Saludable (EAS) que es una iniciativa verdaderamente transformadora del Hospital Clínico de la Universidad de Chile que articula el trabajo de universidades, municipios, empresas, comunidades, y el sistema de salud y educación para mejorar la calidad de vida de los adultos mayores en el territorio

Paulo Palacios, gerente de producción de Salmones Antártica, explica cómo la compañía se involucra en el programa y en la experiencia clínica posterior. Al respecto, describe que el camino fue azaroso: "Nosotros llevamos muchos años trabajando en la nutrición de peces. Tenemos una planta propia de alimento, y durante muchos años trabajamos con el tema del Omega-3, EPA y DHA. De esta forma, haciendo benchmarking con otra empresa de salmones

en Japón, tomamos muestras y nos dimos cuenta de que nuestros peces tenían bastantes más niveles de Omega-3 que el resto. Y eso era claramente por el tipo de alimento que nosotros diseñamos. Entonces, se nos ocurrió que deberíamos probarlo", contó.

La inquietud era válida y con esa certeza, comenta Palacios, sumado a que existe una premisa aceptada que comer pescado es saludable con pocos estudios clínicos que lo acrediten, se contactó con el INTA y sostuvo un encuentro con el Dr. Rodrigo Pulgar, mientras ya circulaba el proyecto de envejecimiento activo.

Posteriormente, comenta el ejecutivo, "quedamos en hacer un estudio, una clasificación típica de etiquetados, niveles de EPA y DHA. Esto quedó dando vueltas. Hasta que el director ejecutivo del proyecto EAS, Guillermo Ariztía, me llama y me plantea la idea de hacer un estudio clínico, y por la relación de la compañía con Curaco de Vélez, me hizo sentido. Y ahí partimos con este

ensayo, este estudio, y de ahí dijimos: 'Ok, esto nos hace todo el sentido del mundo y es lo que queremos'".

El EAS cuenta con cinco pilares, y uno de ellos dice relación con la nutrición y salud. Es ahí donde la empresa juega un papel trascendental en su desarrollo. "Ellos plantearon hacer un estudio clínico con el INTA y nosotros aportamos el salmón al estudio clínico que originalmente duraba tres meses, pero se prolongó a seis", describe.

Sobre el contexto y la implementación práctica del estudio, Paulo Palacios detalla: "Justo en ese momento, Curaco de Vélez estaba iniciando un centro de día, y ahí nos invitaron a participar. Nosotros llegamos a aportar, a diseñar con ellos un poco el ensayo. Allí estaban los 60 adultos mayores que asisten todos los días a un programa, van a clases, a talleres físicos, y dos veces por semana, durante el ensayo, consumieron nuestro producto".



Dr. Luis Berr, Médico cirujano de la Universidad de Chile, director Proyecto EAS

Algunos resultados destacados del estudio

En el estudio realizado en Curaco de Vélez, los adultos mayores que consumieron salmón dos veces por semana durante tres meses experimentaron mejoras notables en su salud. Los niveles de los ácidos grasos EPA y DHA en su sangre aumentaron considerablemente, mientras que los niveles de Omega-6 (asociados con inflamación) disminuyeron significativamente. Este equilibrio óptimo entre Omega-3 y Omega-6 redujo los marcadores inflamatorios, lo que mejora la calidad de vida de los participantes.

A pesar de ser una intervención simple y de corto plazo, los resultados fueron tan impactantes que fueron presentados en congresos geriátricos en Europa. Estos avances posicionan al estudio como uno de los pocos con respaldo clínico sobre los beneficios del consumo de salmón en la salud de los adultos mayores.

El impacto de esta investigación va más allá, ya que se han extendido a otros proyectos, como Colegios Saludables, que promueven la nutrición en jóvenes, y a la sostenibilidad en la producción de alimentos para peces, con el desarrollo de proteínas vegetales locales en el sur de Chile.

Al respecto, conversamos también con el Dr. Miguel Luis Berr, reconocido cardiocirujano de la Universidad de Chile y líder del programa nacional Envejecimiento Activo y Saludable. Él destaca algunos de los resultados más importantes de la investigación: "Vimos que los intermedios inflamatorios disminuyen importantemente con el consumo de salmón. Estas inflamaciones son

el origen de muchas enfermedades cuando se hacen crónicas porque empiezan a circular sustancias que promueven de alguna manera el daño a las células que es el origen de enfermedades como la diabetes, el Parkinson y varios tipos de cáncer. Entonces, cuando se disminuyen estos niveles en la sangre, se está dando una tremenda protección a la persona para evitar el desarrollo de enfermedades crónicas", realza.

En cuanto a los efectos, el investigador destaca que no se influyó en la percepción de las personas que participaron en el estudio. "Los adultos mayores dijeron: '¡Qué cosa curiosa! Nosotros estábamos llenos de dolores articulares por aquí y por allá, y hoy día como que nos duele todo menos'", relató.

Berr, además, resalta que "el salmón es una proteína extraordinariamente rica en aminoácidos esenciales y eso tiene que ver con muchos aspectos de la fisiología humana, entre otros, con la masa muscular. También tiene una cantidad de vitaminas muy importante, como la A, D, K y del grupo B. Además, tiene minerales, de manera que, aparte del factor antiinflamatorio y del Omega 3, el salmón es un alimento realmente enriquecedor y, evidentemente, contribuye a que la gente evolucione a lo largo de la vida con mucho mejor salud".

En cuanto a las proyecciones del proyecto, el investigador adelanta que "no solo apunta a los adultos mayores, sino también a los colegios de Chiloé. Tanto así que en uno de los liceos hemos bajado la obesidad un 20% en el primer año de acción; o sea, esto, en realidad, está tratando de que la gente llegue a ser adulto mayor con una vida más sana y saludable, porque en el

2050 un tercio de la población va a ser adulto mayor". El experto aclara que se ha establecido una relación con Junaeb desarrollando un plan piloto en el Liceo de Achao para ver cuál era la aceptación de los niños con el salmón y ver si económicamente ellos podían introducir el salmón dentro de la dieta.

El consumo del salmón en aumento

InfoSALMON también averiguó acerca del consumo del salmón en algunos locales de Puerto Montt, y por ejemplo, desde el Bar, Pub y Restaurante de Puerto Montt "Los Tres Platos" que posee una variada carta, su propietario Andrés Cochifas, afirma que el consumo de salmón en distintas preparaciones, al plato, ceviche, sushi o en tablas es abundante, lo que los obliga a tener el mejor insumo para sus clientes, por lo tanto, apuestan a la calidad de la materia prima.

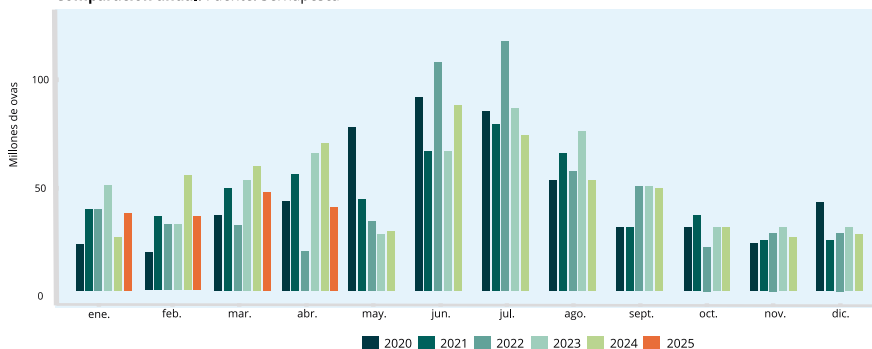
En cuanto a cifras calcula que semanalmente se consumen cerca de 40 kilos semanales, que pueden llegar a los 170 kilos al mes como promedio. Si vamos a la venta total incluyendo la venta del Bar, la venta del salmón en sus diferentes preparaciones se empina entre los 5% y 8 % del total.

Aunque la demanda es considerable, Cochifas asegura que esta cifra podría aumentar si los precios del salmón fueran más accesibles para los restaurantes y, en consecuencia, para los consumidores.

El salmón se consolida, así como una solución vital frente a los desafíos del siglo XXI. Desde su inigualable eficiencia ambiental y energética hasta sus probados beneficios para la salud en todas las edades, incluyendo la prevención de enfermedades crónicas y el fomento de un envejecimiento activo, esta proteína ha demostrado su valor. La evidencia científica y las experiencias comunitarias, como la de Curaco de Vélez, confirman que fomentar su consumo, con el apoyo de políticas públicas y alianzas estratégicas, no es solo una opción, sino una necesidad imperante para construir un futuro más sostenible y saludable para todos.¹⁹

Número de ovas nacionales producidas. Total especies

Comparación anual. Fuente: Sernapesca

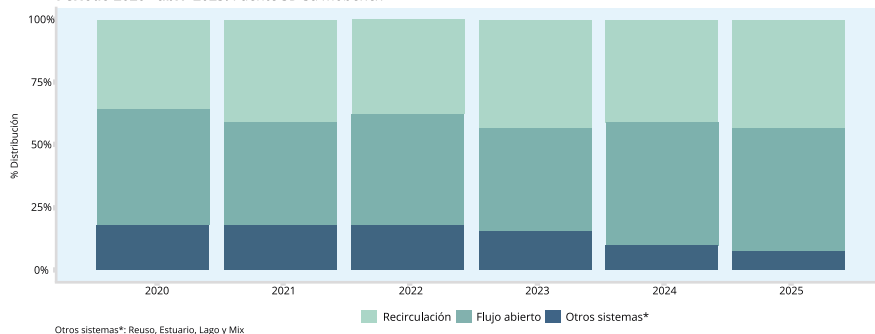


Ovas totales por año

2020:	597,27 Millones
2021:	588,28 Millones
2022:	606,08 Millones
2023:	642,84 Millones
2024:	629,83 Millones
2025:	168,63 Millones

% Distribución ingresos por tipo tecnología. Total especies

Periodo 2020 - abril 2025. Fuente SD Salmobench



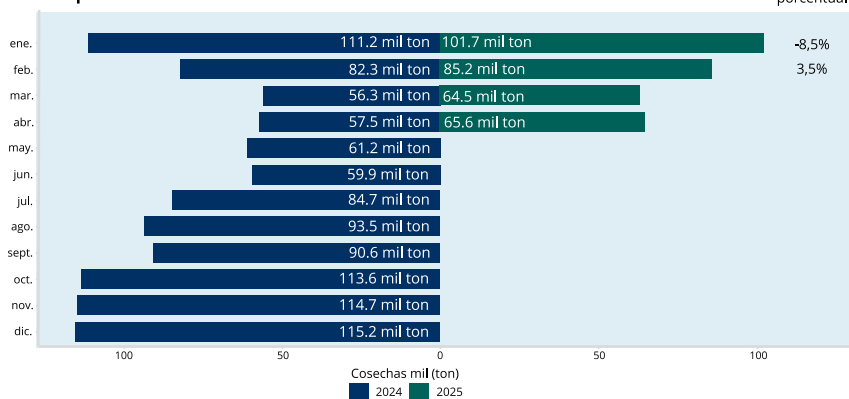
Smolt ingresados por Especie a abril 2025

Coho:	39,91 Millones
Salar:	50,64 Millones
Trucha:	4,96 Millones

Total: 95,50 Millones

Toneladas cosechadas

Comparación anual. Periodo 2024 - abril 2025. Fuente: SD Salmobench



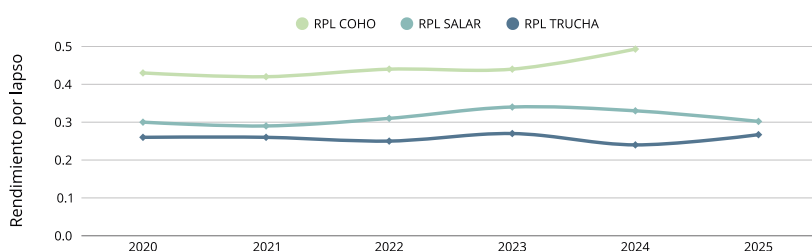
Cosecha total por año

2020:	1069,8 Miles
2021:	989,1 Miles
2022:	1069,7 Miles
2023:	1112,4 Miles
2024:	1040,6 Miles
2025:	317,1 Miles

Dif ene-abr 24/25: 3,2%

Rendimiento por Lapso por Especie (RPL)

Período 2020 - 2025. Fuente: BD Salmobench

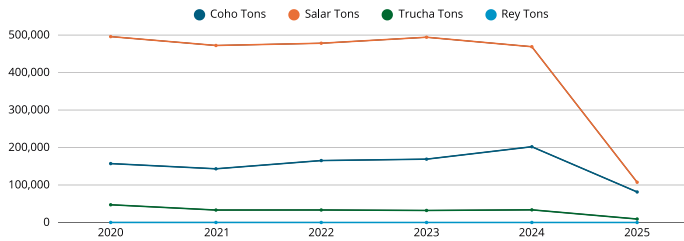


Rendimiento por Lapso por Especie 2025

Coho:	Sin ciclos cerrados
Salar:	0,30
Trucha:	0,27

Exportaciones de Salmón por Especie. Fuente: Aduanas

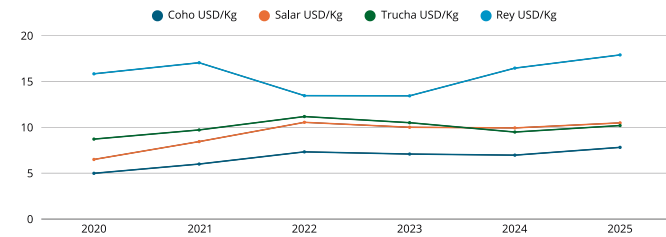
Toneladas Exportadas



Año	Coho Tons	Salar Tons	Trucha Tons	Rey Tons	Total Tons*
2020	157.146	495.987	47.255	63	700.452
2021	143.241	472.299	33.169	45	648.754
2022	165.215	478.409	33.340	14	676.978
2023	168.933	494.285	32.052	11	695.280
2024	202.098	468.999	33.709	26	704.832
2025	81.413	107.344	9.214	14	197.984

*Toneladas Netas. Datos a marzo 2025

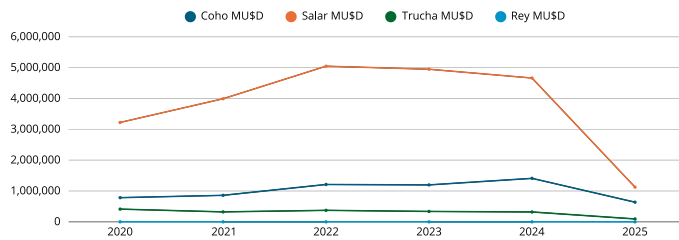
Precio Promedio



Año	Coho USD/Kg	Salar USD/Kg	Trucha USD/Kg	Rey USD/Kg
2020	4,99	6,50	8,72	15,84
2021	6,00	8,45	9,72	17,05
2022	7,33	10,55	11,18	13,46
2023	7,09	10,01	10,59	13,44
2024	6,97	9,94	9,49	16,46
2025	7,82	10,49	10,20	17,90

*Datos a marzo 2025

Valor Exportado



Año	Coho MUSD	Salar MUSD	Trucha MUSD	Rey MUSD	Total MUSD
2020	783.684	3.221.514	412.030	996	4.418.224
2021	859.040	3.990.449	322.546	767	5.172.802
2022	1.211.025	5.045.843	372.713	191	6.629.772
2023	1.197.238	4.946.654	336.744	145	6.480.781
2024	1.409.469	4.662.122	319.912	425	6.391.928
2025*	637.015	1.125.753	94.016	251	1.857.034

*Datos a marzo 2025

Comparativo acumulado 24 v/s 25

Año	Coho			Salar			Trucha			Rey			Total		
	Tons	USD	USD/Kg	Tons	USD	USD/Kg	Tons	USD	USD/Kg	Tons	USD	USD/Kg	Tons	USD	USD/Kg
2024	78.369	508.602	6,49	117.595	1.188.480	10,11	6.942	61.015	8,79	16,5	265	16,08	202.922	1.758.363	8,67
2025	81.413	637.015	7,82	107.344	1.125.753	10,49	9.214	94.016	10,20	14,0	251	17,90	197.984	1.857.034	9,38
Dif (%)	3,9%	25,2%	20,6%	-8,7%	-5,3%	3,8%	32,7%	54,1%	16,1%	-15,2%	-5,6%	11,3%	-2,4%	5,6%	8,2%

Este informe está elaborado en colaboración con **Aquabench**.
Corresponde a un balance productivo actualizado a marzo de 2025.

Ranking de Exportadores

Ranking	Razón Social	Net Tons	(%)
1	Salmones Multiexport S.A.	14.428	13,44%
2	Empresas Aquachile S.A.	13.993	13,04%
3	C.M Chiloé Ltda.	12.646	11,78%
4	Marine Harvest Chile S.A.	11.723	10,92%
5	Salmones Blumar S.A.	11.571	10,78%
6	Salmones Camanchaca S.A.	7.515	7,00%
7	Pesquera Los Fiordos Ltda.	5.124	4,77%
8	Australis Mar S.A.	4.731	4,41%
9	Trusal S.A.	4.520	4,21%
10	Cultivos Yadrán S.A.	4.101	3,82%
11	Invertec S.A.	3.287	3,06%
12	Granja Marina Tornagaleones S.A.	3.025	2,82%
13	Salmones Cupquelan S.A.	2.475	2,31%
14	Ventisqueros S.A.	1.280	1,19%
15	Servicios de Acuicultura Acuimag S.A.	251	0,23%
	Otras compañías	6.676	6,22%
Salmon Atlántico por Razón Social		107.344	100%

Este informe está elaborado en colaboración con **Aquabench**.
Corresponde a un balance productivo actualizado a marzo de 2025.

AQUABENCH®
Análisis & Asesorías



Salmobench



Proyectos



Auditorías



Applied Research



Data Analytics

Más de 18 años entregando valor a los datos

Somos una empresa que brinda soporte para el desarrollo de la salmonicultura. Contamos con datos productivos y con la capacidad para realizar análisis relevantes para nuestros clientes.

+10

Proyectos

+60

Empresas
Clientes

+15

Años experiencia
Aquabench®

+28

Equipo
Aquabench®

www.aquabench.com



Desarrollo del primer panel. Fotografía: InfoSALMON

Sin oxígeno no hay salmón: Urgente llamado a oxigenar las aguas marca inicio del ciclo de Charlas Técnicas de InfoSALMON 2025

Por Jocelyn Vargas Álvarez,
Editora de Contenidos InfoSALMON

Una vez más, se desarrolló con éxito una nueva charla técnica organizada por nuestro medio especializado en acuicultura, InfoSALMON, que en esta oportunidad puso en la palestra la relevancia de la oxigenación y su impacto en la industria del salmón. Además, realizamos un importante anuncio sobre nuestra alianza con Patagonia Radio para desarrollar un programa donde acercaremos la salmonicultura a la comunidad.

Con capacidad al máximo en el auditorio del Centro de Arte Molino

Machmar de Puerto Varas y participantes de otros países vía streaming, se desarrolló una nueva edición de las charlas técnicas de InfoSALMON este jueves 24 de abril.

El evento contó con destacados expositores y una mesa redonda de expertos que abordaron la problemática y presentaron sus innovadoras tecnologías y avances en materia de oxigenación. Unánimemente, hicieron un llamado urgente a oxigenar las aguas y a generar estrategias y tecnologías que puedan mitigar los impactos en el ecosistema y la industria del salmón.

Primer bloque: La ciencia aplicada es fundamental

Para romper el hielo, la jornada fue abierta por Álvaro García, gerente comercial de ITG, a través de su presentación "Oxigenación: los mejores salmones que cruzan la meta", destacando los beneficios de una correcta oxigenación en el rendimiento productivo de los peces.

Luego, el Dr. Iván Pérez-Santos, investigador del Centro I-Mar de la Universidad de Los Lagos, abordó una preocupación creciente en su ponencia "¿Por qué están perdiendo oxígeno disuelto las aguas de la Patagonia? ¿Qué podemos hacer?", enfocándose en el cambio climático



Entrega de presentes a los expositores. Fotografía InfoSALMON

y su impacto en la industria.

En su presentación ofreció una panorámica global del estado del oxígeno disuelto, identificando las regiones del mundo más afectadas por esta problemática. Luego, la atención se enfocó en la Patagonia, revisando las investigaciones clave sobre esta variable ambiental llevadas a cabo durante la última década o década y media, con especial énfasis en la Patagonia Norte. Asimismo, se exploró en detalle la relación entre las variaciones en los niveles de oxígeno disuelto dentro de la Patagonia y los fenómenos que se observan en las aguas oceánicas contiguas a este ecosistema.

A continuación, el coordinador de Salud e Inocuidad de Intesa, Alexander Jaramillo presentó “La importancia del oxígeno en la salmónica: un enfoque desde la salud y el bienestar animal”, enfatizando el vínculo entre condiciones de oxigenación y la sanidad acuícola.

El profesional contextualizó la relevancia del oxígeno en la salmónica en un escenario de cambio climático, destacando que el salmón es una proteína de alta calidad, con bajo impacto ambiental, pero climáticamente vulnerable.

También mostró con datos cómo el oxígeno influye directamente en la salud, el bienestar animal y la eficiencia productiva de los salmónes. En ese sentido, presentó estadísticas sanitarias relevantes de la industria chilena, mostrando un aumento en la mortalidad por oxígeno durante los últimos años y su relación con algunas enfermedades infecciosas.

Posteriormente, cerrando el primer bloque, John Marcus, gerente general de OXZO, expuso sobre “Rentabilidad en el agua; consideraciones para una transferencia de oxígeno técnico-económica eficiente”, ofreciendo claves para una operación más rentable y sustentable.

El ejecutivo habló acerca de los principales factores que inciden en una correcta transferencia de oxígeno en el agua, temática de alta relevancia para los distintos sistemas de cultivo, tanto en los centros de mar como en instalaciones land based.

El bloque culminó con el panel «El Aire del Océano: Descifrando el O₂ en la Acuicultura», una instancia de conversación interdisciplinaria entre los expertos invitados y que fue moderado por la editora de contenidos de InfoSALMON, Jocelyn Vargas.

Segundo bloque: Tecnología e innovación a la vanguardia

Más tarde se inició el segundo bloque denominado “Tecnología e Innovación en Oxigenación”, donde expuso en primera instancia, el director & asesor de APTA-AQUA, Gustavo Parada quien abordó la “Oxigenación para la Acuicultura: Una mirada desde las ciencias de la ingeniería”.

En la instancia también participó el gerente general de Keepex, Cristóbal Zanetta, quien habló sobre la “Adaptación en tiempo real, para una máxima eficiencia”. Su intervención abordó los desafíos y oportunidades que enfrentan los centros de cultivo al implementar tecnologías de oxigenación adaptativa. En esta línea, el gerente de la compañía destacó la creación de KeepPulse, un concepto innovador para la supervisión y gestión del oxígeno que eleva la oxigenación a un estándar superior.

A continuación, expuso el gerente general de ChucaoTech, José Pablo Puga, quien compartió su experiencia en “Impacto de las nano burbujas en la productividad acuícola”, una tecnología emergente que promete revolucionar la eficiencia en el cultivo de peces.

El gestor presentó los resultados logrados al implementar nano burbujas en entornos de acuicultura, además de compartir casos de éxito en otros sectores industriales.

en participar en el evento ni en la demanda de entradas que tuvimos en esta oportunidad, lo cual nos tiene súper contentos y nos indica que cuando nos reunimos a definir

VESO Aqua. Además, agradecemos la colaboración de INTESAL y Centro i-mar. Todos ellos contribuyeron a la ejecución del exitoso seminario. **IV**



Desarrollo del segundo panel. Fotografía: InfoSALMON

El gestor de la empresa señaló que esta solución tecnológica posee un carácter transferible, explicando que el impacto de esta tecnología excede la mera optimización de la disolución de oxígeno.

Finalmente, Martín Hevia, gerente de Innovación y Desarrollo en Imenco Aqua Chile, cerró la jornada con su ponencia “Innovaciones en oxigenación y eficiencia en acuicultura a través de la ciencia: desafiando los límites”, destacando el rol clave de la investigación en la evolución de la industria.

La exitosa jornada finalizó con el segundo panel “Acuicultura del futuro: No hay oxigenación sin innovación”, donde se generó un ameno espacio de conversación moderado por el periodista de InfoSALMON, Jorge Elgueta, para que posteriormente los expositores y asistentes pudieran disfrutar de un exquisito cóctel.

Alta convocatoria y novedades de InfoSALMON

Respecto a la iniciativa, el director ejecutivo de InfoSALMON, Fernando Cáceres, destacó que “al definir el tema sabíamos que íbamos a tener una buena convocatoria, pero en ningún minuto pensamos en la cantidad de empresas interesadas

los temas que estamos abordando, vamos por el camino correcto”.

En esta instancia, el ejecutivo realizó también un anuncio importante. “Aprovecho la oportunidad de reforzar lo que conversamos en el evento, que tiene que ver con la alianza que hicimos con Patagonia Radio para la realización de un programa donde vamos a acercar la salmónica a la comunidad. El programa se llama Salmón en la Patagonia, se estrena el 6 de mayo y se emitirá los días jueves a las 12:30, por lo cual esperamos que llegue al máximo de personas posible”, comentó Cáceres.

Explicó que “uno de los desafíos que tenemos como industria hoy día es comunicar a la ciudadanía en general cuáles son los avances que la industria del salmón ha logrado, cómo ha aportado al crecimiento de las regiones y, como medio, nos sentimos responsables de comunicar esta información. Creemos que con estos pasos estamos avanzando hacia el cumplimiento de ese objetivo que nos hemos propuesto”.

Agradecemos nuevamente a los sponsors que nos ayudaron a hacer posible el desarrollo de este evento. Invitaron IMENCO Aqua, OXZO, y auspiciaron Air Products Indura, ChucaoTech, Innovex, ITG, Keepex, Moleaer, Poseidon Ocean Systems,

INMUNOMODULADOR
100% NATURAL

Futerpenol®

FEED GREEN

EL ANTIBACTERIANO MÁS POTENTE es el sistema inmune de los peces



ALTA EFICACIA
contra patógenos
demostrada en
condiciones reales



**EXCELENTE
MECANISMO DE ACCIÓN**
científicamente comprobado
(IL-12,CD8+)



FÁCIL APLICACIÓN
cualquier dieta sin
importar la fase de
ciclo productivo

"Estamos realmente entusiasmados con el potencial de **Futerpenol®** para tratar enfermedades como el SRS y minimizar el uso de antibióticos en la *acuicultura. Este es un desarrollo significativo*"

George Chamberlain,
Fundador y Presidente de Global Aquaculture Alliance

Puede consultar nuestro sustento científico en el siguiente paper:



AQUACULTURE
INN VATION
2018 -AWARD-

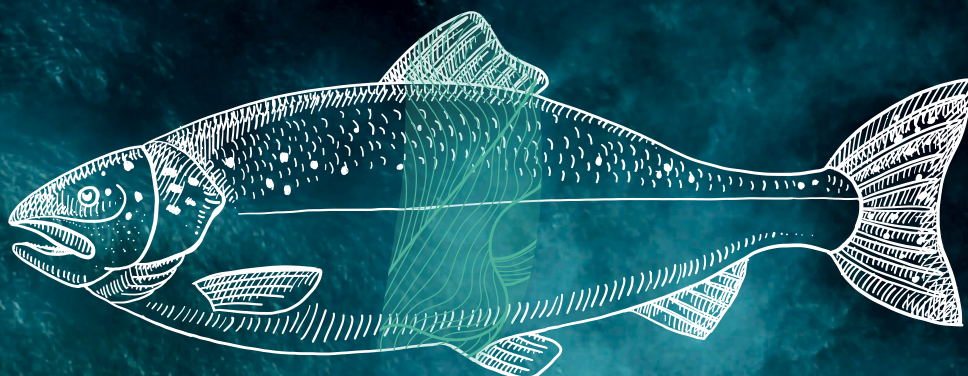
**Global
Aquaculture
Alliance™**

futerpenol.com

Consultas e informaciones en division.animal@mnl-group.com



DIVISIÓN SALUD ANIMAL



RAW

VOLVER AL ORIGEN

Nutrición de precisión Dieta diseñada para salmón orgánico

Formulada con ingredientes vegetales orgánicos, no GMO, ingredientes marinos sostenibles y pigmentos naturales, con alta palatabilidad, digestibilidad y eficiente conversión. Alimento certificado bajo el Reglamento (UE) 2018/848.

Salmofood es la primera empresa en Chile certificada para la fabricación de alimentos destinados al cultivo y producción de salmón orgánico.

