

“Es imprescindible conocer la **eficacia** de los tratamientos aplicados”

RUBEN AVENDAÑO-HERRERA DESTACA LA NECESIDAD DE EVALUAR DETALLADAMENTE LA EFICACIA DE LOS TRATAMIENTOS, ESTABLECER METAS ESPECÍFICAS PARA REDUCIR EL USO DE ANTIMICROBIANOS Y RESALTA LA IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN ACTUAL PARA MEJORAR LAS PRÁCTICAS EN LA ACUICULTURA.

Con una trayectoria que combina el deporte y la ciencia, el científico chileno Ruben Avendaño-Herrera, originario de Mejillones, desde joven se destacó como arquero en las selecciones de su ciudad y de Antofagasta, así como en el Club Deportes de la misma ciudad. Más tarde, su interés por la ciencia lo llevó a cambiar de dirección, estudiando Ingeniería en Acuicultura y obteniendo su licenciatura en Ciencias del Mar en la Universidad de Antofagasta.

En 2002 se traslada a España para realizar su Doctorado en Microbiología y Parasitología de Peces en la Universidad de Santiago de Compostela, donde presentó una tesis que fue reconocida como la mejor del año, y contribuyó al desarrollo de la primera vacuna contra la Tenacibaculosis.

Actualmente es investigador principal del Centro Incar, profesor titular de la Universidad Andrés Bello y presidente del Comité Científico Técnico Acuícola Sanitario de Subpesca, además de participar en diversos comités de investigación.

En entrevista con Revista AQUA, comparte su experiencia en Centro Incar, analiza los desafíos que enfrenta la industria acuícola en relación con el uso de antibióticos y detalla sus próximos proyectos.

¿Cuál es la visión que tiene sobre los aportes que ha desarrollado el Centro Interdisciplinario para la Investigación Acuícola en sus doce años de existencia en el ámbito de la acuicultura?

Los aportes del Centro Incar en estos doce años han sido demasiados y en distintas áreas, como la social, ambiental, biológica, entre otras. Cuando se postuló el Centro, había solo un financiamiento: Acuicultura y agricultura. Nosotros fuimos beneficiados en una evaluación internacional competitiva y creo que las autoridades del antiguo Conicyt, y ahora ANID, no se equivocaron.

De acuerdo con nuestra misión y visión, las metas no han cambiado en estos doce años del Incar. Nuestra premisa siempre ha sido generar conocimiento científico relevante para transformar la acuicultura en una actividad productiva sustentable desde la perspectiva ecológica, económica y social, con el fin de contribuir al desarrollo sustentable de Chile.

En una primera etapa, pensamos que la mejor manera de cumplir con nuestra misión era publicar artículos científicos de alta calidad en cada área, con un promedio de 69 por año.



Fotografía: Ruben Avendaño-Herrera.

Dr. Ruben Avendaño-Herrera.

Investigador Principal

de Centro Incar

Por ejemplo, en salmónica, la secuenciación del genoma del cáligo cambió el paradigma en el conocimiento sobre el parásito, permitiendo comprender los genes implicados en la virulencia, y explorar el desarrollo de posibles vacunas.

En *Piscirickettsia salmonis*, la creación de un medio de cultivo líquido para este patógeno abrió una línea de investigación, facilitando el conocimiento genómico y de virulencia, e incluso el diseño de vacunas proteicas.

Hemos realizado investigaciones icónicas en patógenos de gran relevancia en la salmónica chilena, como *Flavobacterium psychrophilum* y *Renibacterium salmoninarum*, en los cuales somos reconocidos como líderes en su estudio. Además, en el campo social, se han realizado caracterizaciones de la cadena de valor de la salmónica y mitilicultura nacional.

En el ámbito ambiental, nuestros investigadores se han destacado en el estudio de antiparasitarios y antibacterianos en la columna de agua. Además, durante estos doce años hemos abordado eventos como floraciones algales y la aparición de la tenacibaculosis. Nuestros colaboradores han sido capaces de flexibilizar sus investigaciones y dar respuesta a emergencias de conocimiento, convirtiéndose en líderes en la investigación de los agentes causantes de la tenacibaculosis en Chile.

En este sentido, los artículos científicos suelen ser la base para el desarrollo de nuevos productos de prevención y con-

“Hemos realizado estudios icónicos en patógenos de gran relevancia en la salmónica chilena”.

rol. Además, en los primeros cinco años no solo generamos conocimiento para la salmónica, sino que también nos enfocamos en las especies endémicas y nativas de los cultivos apoyados por el Estado de Chile, como el congrio colorado, los erizos, y el lenguado, entre otros.

Hemos aportado principalmente al conocimiento de los patógenos que afectan el éxito de estos cultivos. Mas recientemente, secuenciamos el genoma del mejillón chileno y describimos patógenos bacterianos que afectan los salmónidos por primera vez en el mundo.

¿Cuáles han sido los hitos más significativos en los temas de investigación que ha desarrollado en el Centro Incar y en el ámbito académico?

En estos doce años, una de las prioridades del Centro ha sido la formación de los nuevos investigadores en la acuicultura, especialmente, considerando el cierre de muchas carreras profesionales en universidades y la necesidad existente en el campo productivo.

Por tanto, formar profesionales capacitados y comprometidos que aportarán al país con el desarrollo de una acuicultura más sustentable siempre ha sido una premisa fundamental. A la fecha, son 327 los estudiantes han pasado por el Centro, de los cuales 288 han desarrollado su tesis en algunas de las seis líneas de investigación del Incar.

Otro hito relevante es que algunos estudiantes que comenzaron con el Incar han progresado dentro del mismo Centro, y ahora ocupan cargos como investigadores jóvenes, adjuntos o asociados. Nos gustaría ver un incremento en estas situaciones si logramos renovar el Centro en la próxima etapa.

¿Cuáles son los principales desafíos sanitarios relacionados con la diversificación acuícola en la industria y cómo pueden ser abordados para garantizar la salud de las especies cultivadas?

Uno de los principales desafíos para los cultivos de las especies financiadas por el Estado para la diversificación acuícola es que, para convertirse en actividades económicas y productivas, deben intensificarse y aumentar las densidades. En este contexto, la consecuencia inmediata será la aparición de microorganismos patógenos que, en la mayoría de los casos, son muy diversos y distintos a los conocidos en la salmónica.

Durante los primeros cinco años de Incar, nos enfocamos en el estudio de estos patógenos, identificando y caracterizando distintas especies de *Vibrio* y *Tenacibaculum* responsables de brotes infecciosos.

Consideramos que es crucial adelantarse a la aparición de estos patógenos, desarrollando vacunas o autovacunas para prevenir las potenciales mortalidades. Además, hemos





Fotografía: Centro Incar.

Investigación en laboratorio.

“Es imprescindible conocer la eficacia de todos los tratamientos aplicados en los centros de cultivo”.

evaluado la eficacia de los antibióticos registrados en el Servicio Agrícola y Ganadero para controlar estas infecciones emergentes, y los resultados indican la necesidad de buscar alternativas.

Otro aspecto crucial para alcanzar la plena producción de especies de diversificación está relacionado con la normativa y los programas sanitarios diseñados para la salmonicultura, pero que no son aplicables o que requieren ser modificados para peces marinos.

Por ejemplo, para hacer repoblamiento con ejemplares de congrio colorado, corvina u otras especies, de las seis líneas de investigación del Incar, se requiere consulta y autorización del ente normativo caso a caso. Tener una normativa clara es esencial para el desarrollo de los cultivos endémicos.

¿Qué tendencia mostró el uso de antibióticos en la salmonicultura nacional en 2023 en comparación con los últimos cinco años?

Existe una dicotomía en torno a este tema. Por un lado, están quienes defienden el uso de antimicrobiano como herramienta válida para controlar las infecciones bacterianas en la producción de proteína animal, justificando su uso por bienestar animal, incluso comparando las tasas de mortalidad con las de países competidores como Noruega.

Por otro lado, están los críticos ideológicos de la salmonicultura, quienes cuestionan todos procesos asociados, debido al daño ambiental que podrían causar, utilizando las altas

cantidades de antimicrobianos empleados anualmente como uno de sus principales argumentos.

Quisiera alejarme de ambos y me gustaría adoptar una perspectiva experta y objetiva para abordar el tema, aportando a la disminución del uso anual de antimicrobianos y evaluando el posible daño ambiental, pero siempre entendiendo que los peces infectados deben ser tratados con estos productos.

Según el Informe de Sernapesca, el promedio de antimicrobianos utilizados en los últimos cinco años es de 371 toneladas. Aunque los productores señalan que el índice de consumo de antibiótico ha disminuido en 2023, los valores absolutos siguen siendo los mismos, y la mayor parte ocurre en agua de mar.

En agua dulce, ha habido una disminución continua del uso de antibióticos, alrededor del 25% anual. A pesar de las iniciativas público-privada para disminuir el uso de antibióticos en la salmonicultura chilena, seguimos utilizando aproximadamente 340 toneladas al año. Esta situación no cambiará a menos que estemos convencidos de que cualquier iniciativa debe incluir conocimiento sobre la eficacia real del tratamiento en condiciones de campo.

En otras palabras, después de realizar el tratamiento de los peces con antibióticos, la empresa salmonicultora debería proporcionar las curvas de mortalidad y para verificar si el tratamiento logró reducir las mortalidades de los peces. Además, asociar esa información con los estudios de susceptibilidad en el laboratorio.

Fotografía: Ruben Avendaño-Herrera.



Tenacibaculum piscium.

“Durante muchos años, la explicación del uso de antimicrobianos estuvo sustentado en la presencia de *P. salmonis*”.

Además, es necesario realizar un análisis retrospectivo de los resultados obtenidos de las distintas normativas e iniciativas propuestas en los últimos cinco años, para identificar áreas de mejora y ajustar las estrategias según sea necesario.

Sin embargo, es difícil avanzar en este tema debido a una continua dependencia de los antibióticos y antiparasitarios en la producción. Por lo tanto, es imprescindible conocer la eficacia de todos los tratamientos aplicados en los centros de cultivo. Esto permitirá mejorar la toma de decisión, tanto para las autoridades que otorgan permisos de tratamiento como para las empresas que los implementan.

En segundo lugar, es importante proponer las metas de uso de antimicrobianos antes del ciclo productivo para cada empresa o incluso centro de cultivo. Esto incentivará un mayor esfuerzo e inversión en prevención de las principales patologías de la salmonicultura chilena.

Finalmente, es necesario establecer comisiones científico-técnicas para analizar anualmente el uso de antimicrobianos, con una visión más amplia que simplemente presentar datos cuantitativos. Ello debido a que la salmonicultura tiene un rol social y económico importante para la zona macrosur-patagónica.

¿Qué implicaciones tiene el alto porcentaje de casos de piscirickettsiosis (SRS) en términos de gestión sanitaria en la acuicultura de salmónidos?

Durante muchos años, la explicación del uso de anti-

microbianos estuvo sustentado en la presencia de *P. salmonis*. Sin embargo, a partir de junio de 2018, cuando la autoridad comenzó a exigir la clasificación de la mortalidad causada por *Tenacibaculum spp.*, la tenacibaculosis se ha transformado en un problema silencioso. De hecho, en unos pocos años la clasificación de mortalidad por tenacibaculosis ha alcanzado aproximadamente el 30%.

Actualmente, en determinadas estaciones del año, se pueden detectar infecciones de ambas bacterias, los que plantea al menos dos preguntas: ¿Cuál es la causa primaria de la infección? y ¿son eficaces los tratamientos con florfenicol para ambos patógenos?

En este momento, estamos llevando a cabo investigaciones dentro del FONDECYT 1230068 para responder a estas preguntas y proporcionar a los tomadores de decisiones herramientas efectivas para el uso de florfenicol.

La *piscirickettsiosis* es endémica en la salmonicultura nacional, pero también otras bacterias que, dependiendo del potencial patogénico de cada aislado, podrían actuar sinérgicamente o inhibiéndose entre sí. Actualmente, estamos dirigiendo nuestras preguntas hacia estos problemas.

¿Cuáles son las proyecciones para el futuro en términos de regulación y prácticas de manejo que puedan continuar promoviendo la reducción del uso de antimicrobianos en la acuicultura de salmónidos en todas sus fases de producción?

Deberíamos concebir a una reducción casi total del uso de antibióticos en la etapa de agua dulce, ya que una gran parte de estos se emplea para controlar *F. psychrophilum*. Este patógeno puede ser gestionado mediante medidas de bioseguridad, mejoras en los sistemas de filtración de agua y reducción de densidades en las pisciculturas, entre otros enfoques.

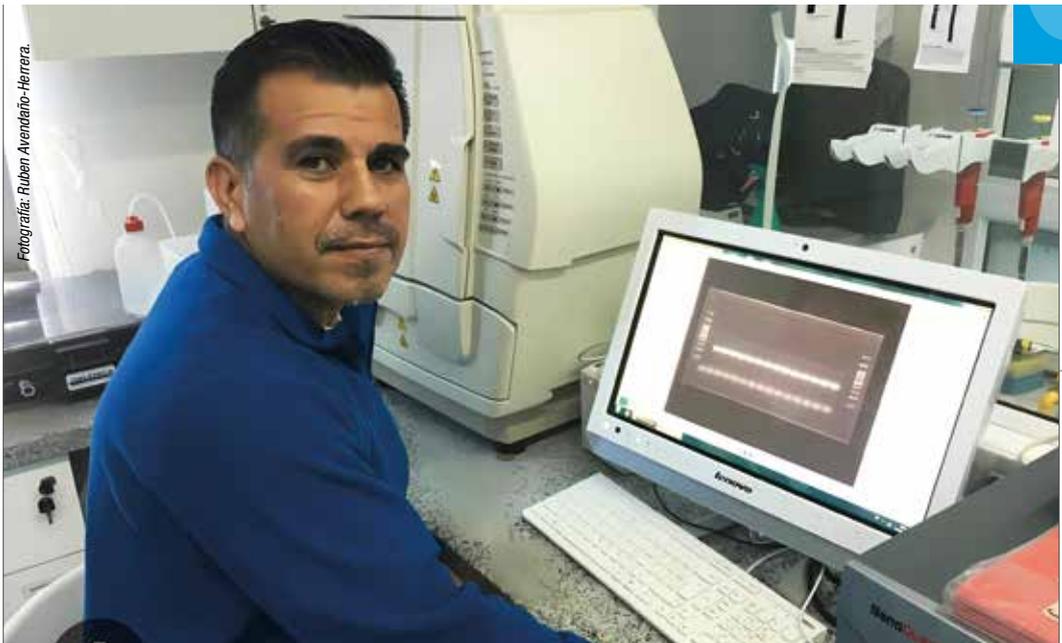
En el caso de *R. salmoninarum*, podría ser minimizado con un programa efectivo de vigilancia y diagnóstico, utilizando dos técnicas paralelas como PCR y sus variantes, junto con métodos antígeno-anticuerpos como ELISA, IFAT u otros. En la etapa de agua marina, el desafío es mayor, pero se deberían considerar las sugerencias planteadas anteriormente, incluso un chequeo de los peces previo a mover a las jaulas.

¿Cuáles deben ser las metas y desafíos con respecto a la reducción del uso de antibióticos en la salmonicultura nacional para 2025?

Es una difícil pregunta, dado que se requiere analizar los datos estadísticos, pero lo más importante son los resultados obtenidos de los tratamientos en cada centro de cultivo.

De hecho, algunas ACS utilizan más antibióticos que otras, y es crucial entender las razones detrás de esta diferencia, antes de plantear cualquier valor o porcentaje de disminución.

Entrevista



Fotografía: Ruben Aventadero-Herrera.

Análisis de datos en el laboratorio.

“Debiéramos disminuir el uso de las 338,9 toneladas de antibióticos empleadas en 2023 para el 2025. Eso significaría un gran avance y demostraría que es posible lograr cambios significativos si nos lo proponemos”.

Sin embargo, es necesario contar con un valor basal previo y evitar la incertidumbre sobre los resultados al final del ciclo.

En 2018, cuando escribimos un artículo científico en Aquaculture propusimos una disminución del orden del 25% en agua dulce. Y este valor no fue arbitrario, se basó en un análisis detallado del historial.

Este tipo de análisis es esencial de realizar. Además, el cambio debe también estar sustentado en incentivos, de manera que el compromiso de alcanzar los valores propuestos sea premiado de alguna forma. Por ello, es importante la generación de mesas público-privadas con un componente técnico- científico potente.

Sin embargo, para no evadir la pregunta, debiéramos disminuir el uso de las 338,9 toneladas de antibióticos empleadas en 2023 para el 2025. Eso significaría un gran avance y demostraría que es posible lograr cambios significativos si nos lo proponemos.

¿Cuáles son los próximos proyectos o investigaciones que tienen planificados para el futuro?

Actualmente, estamos llevando a cabo el proyecto Fondect 1230068, en el cual estamos estudiando las coinfecciones entre distintos patógenos del género *Tenacibaculum*, así como también las infecciones causadas por *Tenacibaculum spp.* y *R. salmoninarum*.

Esperamos de este proyecto proporcione información científica relevante sobre la eficacia de los tratamientos cuando dos agentes causan el proceso infeccioso, y si éstos actúan potenciándose o inhibiéndose.

Todo esto permitirá una mejor toma de decisiones en casos de coinfecciones. Además, esperamos impactar a nivel normativo, proponiendo a las autoridades que la clasificación de las mortalidades en estos casos no se registre como atribuida a una sola causa, sino a una coinfección. **Q**



Fotografía: B2B Media Group.

Salmón en centro de cultivo.