

The Economist:

# Las vacunas podrían mantener al salmón a salvo de los piojos de mar

Un golpe exitoso sería una bendición para los piscicultores.

Erik Slinde lleva 40 años desarrollando vacunas. No para humanos, sino para salmones. "En la década de 1980, se consideraba una broma", dice el Dr. Slinde, exdirector de investigación acuícola del Instituto de Investigación Marina de Noruega.

Nadie se ríe ahora. Los piojos de mar, crustáceos del tamaño de un grano de arroz que han evolucionado para parasitar al salmón y vivir dentro de él, masticando su piel, su mucosidad protectora y su sangre, han estado devastando la acuicultura del salmón en todo el mundo.

La carga es pesada: las infestaciones cuestan a la industria acuícola británica más de 20 millones de libras esterlinas (25,6

millones de dólares) cada año y, por ahora, no existen buenas soluciones a largo plazo. El desarrollo de una inmunización exitosa que prevenga los piojos podría cambiar esta situación. Algunos equipos creen que podrían estar cerca. Los piojos de mar vienen en muchas variedades, pero todos comparten un *modus operandi* común. Al comer salmón vivo, lo debilitan y comprometen su sistema inmunológico, dejando a poblaciones enteras de granja susceptibles a nuevas infecciones adquiridas a través de sus heridas abiertas. Como disfrutan de aguas cálidas y repletas de peces, la acuicultura y el cambio climático han aumentado su número.

Para eliminar los piojos pero salvar el salmón, algunas granjas aplican potentes pesticidas químicos de amplio espectro a

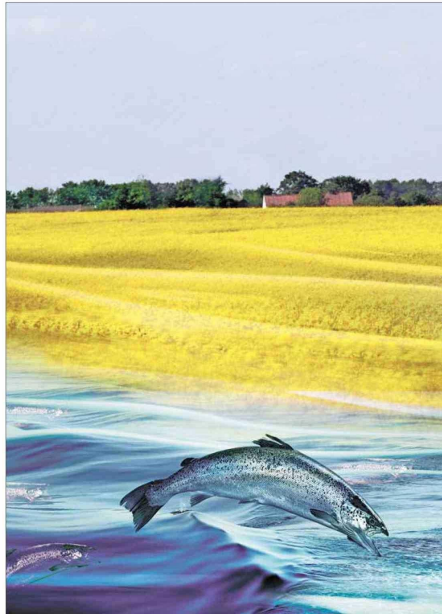
todos sus peces. Estos logran resultados decentes, pero son muy contaminantes. Años de sobreexposición también han hecho que muchos piojos sean resistentes. Los sistemas mecánicos de despioje (cepillado, baño y similares) requieren equipos costosos y mucho personal. Estos procesos también frenan el crecimiento de los peces, elevando sus niveles de estrés y haciéndolos más vulnerables a las enfermedades.

Una vacuna capaz de inmunizar al salmón contra el parásito sería la solución ideal: práctica, segura y ecológica. Y la idea no es tan descabellada como parece: los peces jóvenes de piscifactoría reciben periódicamente un pinchazo abdominal para protegerlos contra los patógenos.

Pero los piojos de mar son un enemigo más complicado. "Es realmente difícil vacunar contra los parásitos", dice Ian Bricknell de la Universidad de Maine. "Han evolucionado tan estrechamente con sus anfitriones que desarrollan mecanismos para superar las defensas inmunes".

Las vacunas tradicionales funcionan inyectando patógenos neutralizados en un huésped para ayudar a su sistema inmunológico a reconocerlos en el futuro. Esto funciona para virus y bacterias, que son organismos simples que pueden inactivarse en un laboratorio. Pero los piojos de mar son más complejos, tienen diferentes etapas de vida y vienen en diferentes especies, todo lo cual hace que la inactivación sea imposible.

Esta es la razón por la que los



Cada año se cultivan millones de toneladas de salmón en todo el mundo y algunas inmunizaciones deben administrarse varias veces. Tales gastos aumentarían los costos para los consumidores.

científicos han intentado principalmente fabricar vacunas basadas en péptidos. En lugar de entrenar al sistema inmunológico del huésped para que reconozca un organismo completo, las vacunas de este tipo introducen péptidos específicos, cadenas de aminoácidos que se encuentran en proteínas que son cruciales para el funcionamiento de un parásito. Esto induce al huésped a producir anticuerpos para neutralizar esas proteínas y, por

tanto, al parásito.

## Dando un chapuzón

A principios de 2021, el equipo del Dr. Slinde identificó una proteína crucial para el sistema digestivo de los piojos y copió una cadena de 13 aminoácidos que se encuentran en su superficie. Luego, esta cadena se sintetizó y se inyectó en el salmón. En pruebas iniciales a pequeña escala, el salmón experimentó una

reducción del 70% en el piojo de mar europeo y una reducción del 92% en el piojo de mar chileno. Los ensayos más amplios han sido menos prometedores, pero el Dr. Slinde espera realizar más pruebas pronto.

Otros están adoptando un enfoque similar. Un equipo del Instituto de Investigación Morredun en Escocia y el Instituto de Acuicultura de la Universidad de Stirling están utilizando inteligencia artificial para predecir todas las proteínas que producen los piojos de mar europeos e identificar aquellas que son esenciales para su supervivencia y reconocibles por el sistema inmunológico del salmón. Esperan diseñar un tratamiento que pueda atacar múltiples objetivos proteicos a la vez.

**Actualmente (la vacuna) se encuentra bajo evaluación regulatoria local y se probará en más de 1 millón de peces en Chile para fines de 2024.**

Sin embargo, incluso si tales experimentos condujeran a una vacuna eficaz, es posible que no todos los piscicultores puedan utilizarla. Fabricar proteínas desde cero requiere tecnología de punta, lo que significa que una sola dosis podría costar entre 0,80 y 1 dólar. Cada año se cultivan millones de toneladas de salmón en todo el mundo y algunas inmunizaciones deben administrarse varias veces. Tales gastos aumentarían los costos para los consumidores.

Podría no resultar asequible, según Cristian Gallardo Escárate, subdirector del Centro Interdisciplinario de Investigaciones Acuícolas de Chile. Su equipo está volviendo a una idea anterior. Al analizar todo el genoma del piojo chileno, vieron genes

característicos de las bacterias. Esto los llevó a descubrir más de 90 bacterias dentro del intestino del piojo que son parte integral de su digestión y, por lo tanto, de su supervivencia. Dado que estos simbioses anidados son organismos unicelulares simples, pueden cultivarse e inactivarse fácilmente en un laboratorio, tal como lo requieren las vacunas tradicionales.

El Dr. Gallardo Escárate y su equipo ya han formulado este tipo de tratamientos. En sus ensayos, entre el 90% y el 95% de unos 2.000 salmones vacunados se consideraron libres de piojos en los tres meses posteriores a la inyección, en comparación con ninguno en el grupo de control. La inyección también puede producirse en masa

a un costo estimado de entre US\$ 0,10 y US\$ 0,20 por dosis. Actualmente se encuentra bajo evaluación regulatoria local y se probará en más de 1 millón de peces en Chile para fines de 2024.

Se trata de un trabajo realmente innovador, afirma el Dr. Bricknell. Pero como los piojos de mar en otras partes del mundo tienen microbiomas diferentes, esto podría limitar el alcance de la vacuna chilena. En última instancia, dicen los investigadores, las vacunas se convertirán en una herramienta entre muchas. "¿Tendremos una vacuna tan buena como, por ejemplo, la vacuna contra el sarampión, que tiene una eficacia del 98%?", se pregunta el Dr. Bricknell. "Probablemente no".

Artículo traducido por Economía y Negocios de "El Mercurio"