Bioseguridad a lo largo de la cadena de valor del camarón



Autores:

Andrew Shinn
Ratchakorn Wongwaradechkul
Geert Rombaut
Frederic Jozwiak
Emmy Léger
Roeland Wouters
Mayleen Chang Vasquez
Olivier Decamp
Erik Van Ballaer

Servicios Técnicos, INVE Aquaculture, Nonthaburi, Tailandia

a.shinn@inveaquaculture.com

La bioseguridad, un aspecto integral en el manejo de la salud, es una práctica en constante evolución que debería constituir la base del manejo en la acuicultura (Subasinghe *et al.*, 2023; Subasinghe & Shinn, 2023). Debe adaptarse a condiciones específicas de cada fase del ciclo de cultivo e implementarse a diario diligentemente. Este artículo pretende concentrarse en siete áreas cruciales: aspectos relacionados con el camarón, manejo del agua, utilización del alimento, uso del sistema, medidas de bioseguridad para el personal involucrado en la producción de camarón, el riesgo de que las infecciones se propaguen a través del equipo y los riesgos transmitidos por el aire. Estas consideraciones clave abarcan todo el proceso, desde los reproductores hasta la producción de larvas y, finalmente, las etapas de crecimiento.

Para recalcar la importancia de una sólida bioseguridad en sitio, un estudio reciente realizado por Intriago *et al.* (2023) sirve como un ejemplo convincente. El estudio dio luces sobre el impacto significativo de infecciones por *Vibrio* en los laboratorios y criaderos. Según sus hallazgos, las especies de *Vibrio* portadoras de genes *Vp*PirAB fueron responsables de eventos de mortalidad aguda, con tasas de mortalidad que alcanzaron el 100%. Estos eventos ocurrieron repentinamente, a veces en un período de apenas 2 horas, y afectaron principalmente a postlarvas de *Penaeus vannamei* en etapa temprana.

Dada la gravedad de tales brotes, este artículo tiene como objetivo explorar algunas de las consideraciones clave de bioseguridad a lo largo de la cadena de producción del camarón. Comenzará abordando medidas para los reproductores, luego analizará las prácticas de bioseguridad durante las fases de laboratorio y cría y, finalmente, abarcará protocolos de bioseguridad durante la fase de engorde. Es imperativo adoptar medidas estrictas de bioseguridad en cada etapa para salvaguardar la salud y la productividad de las camaroneras, y mitigar el impacto de patógenos infecciosos como *Vibrio*, etc.

Consideraciones de bioseguridad en reproductores y centros de reproducción

Comenzando con la bioseguridad de los reproductores y los centros de reproducción, es importante resaltar la importancia de la selección genética en la reproducción para lograr resistencia contra patógenos clave. Los camarones cultivados en instalaciones bioseguras son libres de patógenos específicos (SPF). Sin embargo, si estos camarones luego se transfieren a instalaciones no seguras y quedan expuestos a patógenos, entonces el camarón puede desarrollar enfermedades y puede haber mortalidad. Los stocks resistentes a patógenos específicos (SPR) son aquellos que han sido cultivados para ser resistentes a los mismos. Esto significa que, si los camarones se exponen al patógeno, aún podrían infectarse pero pueden limitar la infección para que no se produzcan muertes. El tercero es el camarón tolerante específico (SPT), nuevamente cultivado para aumentar su tolerancia. Si el camarón luego se expone a un patógeno, puede infectarse o no, pero es probable que el nivel de enfermedad o el nivel de mortalidad manifestado por este stock o línea de camarones, sea menor que el que se vería en los stocks de camarones normales.

Existen riesgos asociados con la alimentación de reproductores con dietas vivas o frescas. Estas dietas pueden consistir en poliquetos, calamares, mejillones, etc. Si bien normalmente solo se utiliza y prepara como producto congelado el manto del calamar, los riesgos de contaminación con patógenos que causan enfermedades en el camarón son bajos. Para los poliquetos, normalmente se utiliza el gusano entero, y es importante ser consciente de los riesgos potenciales de infección en suministros sin SPF por diversos patógenos virales y bacterianos del microsporidiano *Enterocytozoon hepatopenaei* (EHP). Hay empresas que suministran poliquetos SPF vivos y otras que suministran poliquetos congelados. El menor rendimiento de los reproductores que consumen un producto congelado en términos de número de desoves por hembra, fecundidad, tasa de eclosión de huevos y porcentaje de supervivencia hasta la etapa de zoea, que se reporta comúnmente, es una consideración importante para los productores que deciden utilizar poliquetos vivos. Cuando los poliquetos SPF no están disponibles o no son una opción, entonces existe la necesidad de reducir los riesgos de bioseguridad asociados con la transmisión vertical de agentes patógenos, reduciendo o eliminando el componente poliquetos de las dietas de los reproductores.

En una prueba de campo, analizando el rendimiento asociado con diferentes formulaciones de dieta de maduración, se probó una dieta 100% de alimentos frescos junto con una dieta de 40% de pellets semihúmedos y 60% de alimentos frescos, que incluía poliquetos, frente a una dieta de 60% de pellets semihúmedos y 40% de alimento fresco, pero sin poliquetos (Hoa, 2010). El ensayo encontró que la dieta en la que el 60% de los alimentos frescos se reemplazó con un alimento semihúmedo superó estadísticamente (p<0.05) a los otros tratamientos dietéticos en el número de desoves por hembra, en las tasas de eclosión de huevos y en el porcentaje de alcance a zoea. La fecundidad también fue mayor pero no fue estadísticamente significativa. En consecuencia, el alimento semihúmedo probado se comercializó en 2010 como BREED-S.

En el manejo de reproductores, ciertas prácticas como la ablación del pedúnculo ocular en la producción de camarón, pueden afectar las posibilidades de infección y la robustez de los camarones adultos y su capacidad para enfrentar enfermedades. Un estudio de Zacarias *et al.* (2021) observaron el efecto de la ablación del pedúnculo ocular sobre la robustez de su descendencia. Dos ensayos de exposición a enfermedades, uno para la enfermedad de Necrosis Hepatopancreática Aguda (AHPND) y otro para el virus de la Mancha Blanca, pusieron a prueba a camarones de madres sometidas o no a ablaciones. En ambos ensayos, la descendencia de hembras no sometidas a una ablación tuvo mayores tasas de supervivencia, de manera significativa cuando se expusieron a un aislado de *Vibrio parahaemolyticus* que causaba AHPND.

En cuanto al agua suministrada a los centros de reproducción y a los laboratorios, es importante garantizar que esté esterilizada y sea biosegura, y esto se puede lograr utilizando ozono y rayos UV. El aire aspirado se expone a una corriente eléctrica que separa los átomos de oxígeno que luego se vuelven a ensamblar como O_3 u ozono, que luego se mezcla con el suministro de agua entrante. El ozono actúa oxidando las membranas celulares destruyendo los patógenos. El agua tratada con ozono luego pasa a través de un sistema UV que destruye cualquier ozono residual y cualquier ácido hipobromoso tóxico y bromaminas que se produzcan; la luz UV induce reacciones fotoquímicas que pueden descomponer o alterar la estructura química de estos compuestos. El valor añadido del ozono es que el material de desecho disuelto puede ser oxidado parcialmente por el ozono, oxidando los compuestos de nitrógeno tóxicos a NO_3. Se puede utilizar un skimmer de proteínas para eliminar compuestos proteicos y otros compuestos orgánicos del agua. Una alternativa es utilizar agua de mar electrolizada, donde se produce hipoclorito mediante electrólisis. Esto se puede utilizar para tratar grandes volúmenes de aguas entrantes y residuales. El sistema debe usarse junto con filtros de carbón para eliminar el cloro residual. Para algunos patógenos importantes como el EHP, aún queda mucho trabajo por hacer para definir las dosis mínimas necesarias para garantizar una esterilización efectiva. Otro enfoque para garantizar la bioseguridad del agua que se utiliza es emplear ultrafiltración. Hay sistemas disponibles que pueden retener partículas tan pequeñas como 0.03 micrones, filtrando de manera efectiva bacterias y esporas de EHP.

Las bacterias pueden ingresar al sistema de cultivo a través de rutas aéreas, lo que incluye el suministro de aire burbujeado a través del agua, aerosoles de tanques vecinos o corrientes de aire en las instalaciones. Para evitarlo, es fundamental instalar filtros de aire en la entrada de los blowers. Estos filtros pueden estar hechos de nailon de malla fina (por ejemplo, red de plancton) o a base de papel/celulosa como los que se utilizan en la filtración de aire de los automóviles. Al apilarlos en serie, se pueden filtrar eficientemente grandes volúmenes de aire hasta 10 micrones, lo que garantiza que el sistema de cultivo permanezca protegido de una posible contaminación bacteriana. Para las instalaciones que requieren niveles más altos de bioseguridad, los filtros son cruciales para reducir la propagación de patógenos transmitidos por el aire. Pueden ayudar a prevenir la transmisión de enfermedades infecciosas al capturar y eliminar núcleos de gotitas, aerosoles y partículas que pueden contener microorganismos dañinos. Los filtros de partículas de aire de alta eficiencia (HEPA) en los sistemas de entrada/salida de aire e instalados en las unidades de aire acondicionado se encuentran entre los filtros más eficientes, y pueden eliminar hasta el 99.97% de las partículas tan pequeñas como 0.3 micrones y se pueden emplear donde es necesario aplicar normas estrictas de calidad del aire.

Consideraciones de bioseguridad en las fases de producción de laboratorio y criadero

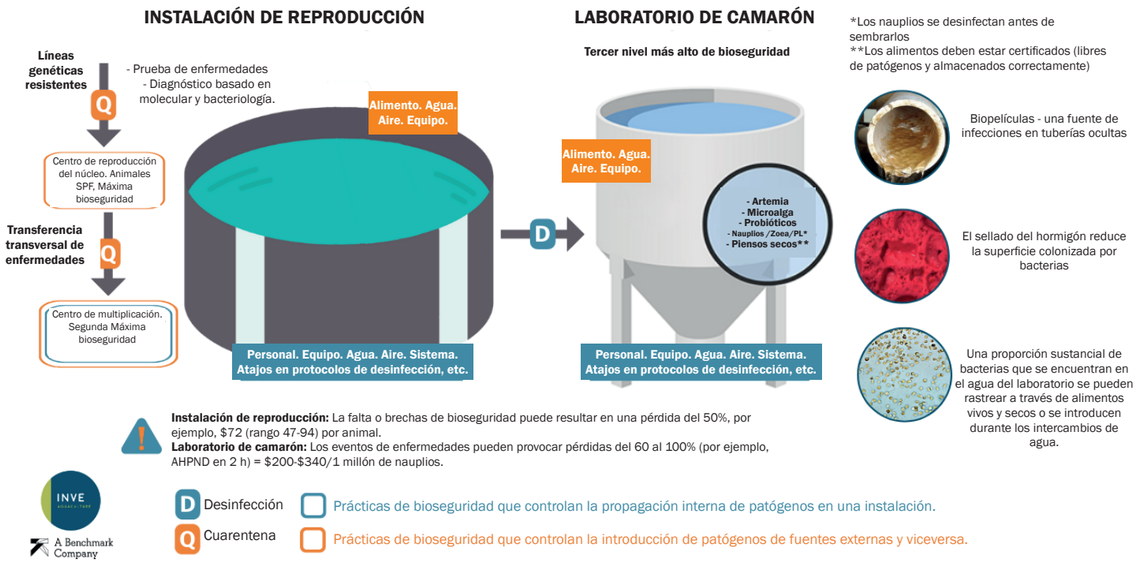
El diseño de los sitios de producción debe

planificarse cuidadosamente para minimizar el riesgo de contaminación cruzada entre diferentes secciones, permitir un manejo y tratamiento eficiente del flujo de agua y facilitar el aislamiento y la desinfección eficaz de cada unidad de producción de forma rutinaria. Para garantizar una bioseguridad sólida en las camaroneras, se deben establecer procedimientos para obtener fuentes limpias de semillas y alimentos para camarones libres de patógenos.

Esto implica implementar procedimientos operativos estándar (SOPs) para recibir nuevos stocks en las instalaciones, idealmente con un área de cuarentena segura. Además, se deben establecer protocolos para una limpieza y desinfección periódicas, y estas medidas deben comunicarse claramente, revisarse de forma continua y actualizarse cuando sea necesario. Es fundamental identificar puntos de control e implementar procedimientos que tengan como objetivo prevenir, reducir o eliminar posibles amenazas a la salud. El alcance de las prácticas de bioseguridad debe abarcar varios aspectos, que incluye la fuente y la calidad del camarón en cada etapa de producción, las densidades de siembra, los piensos y los regímenes de alimentación, la preparación del sistema de agua, la desinfección y el manejo en general. La vigilancia sanitaria periódica es crucial para controlar el bienestar del laboratorio y del stock, así como para mantener el estado sanitario del sitio. Además, se deben desarrollar planes de emergencia y contar con planes de acción preparados antes de cualquier posible brote de enfermedad. Al adoptar estas medidas integrales de bioseguridad, las camaroneras pueden mejorar sus prácticas y reducir el riesgo de propagación de enfermedades y otros problemas relacionados con la salud.

Si analizamos en profundidad algunas de las estrategias de bioseguridad empleadas en el laboratorio, una consideración clave es el manejo microbiano del medio de cultivo. Las prácticas in situ deben impulsar el manejo del sistema, de modo que se logre un equilibrio entre los estrategas *R* versus *K*. Los estrategas *R* son especies que viven en ambientes inestables e impredecibles, y pueden experimentar una reproducción rápida para estabilizarse; por ende, pueden ser patógenos oportunistas peligrosos. En comparación, los estrategas *K* son especies que viven en ambientes estables, normalmente tienen un crecimiento bajo o más lento, y generalmente son inofensivos. Lograr un equilibrio entre estos dos determina el riesgo de interferencia bacteriana, aunque cabe destacar que esto puede ser impredecible. Incluso con medidas de desinfección implementadas y aplicación de probióticos, todavía existen riesgos de enfermedades, y en el laboratorio pueden ser especies de *Vibrio* responsables de la Vibriosis Luminiscente, el Síndrome Zoea-2 o Bolitas Blancas, AHPND, etc., por lo que es crucial contar con un diseño del sistema correcto y con prácticas de bioseguridad en funcionamiento. El control microbiano (patógenos) dentro del medio de cultivo se puede manejar eficazmente utilizando combinaciones de desinfectantes como Sanocare PUR y agentes acondicionadores de agua como Sanolife MIC.

La bioseguridad no se trata solo de reducir los riesgos de entrada de patógenos o de matar bacterias, sino también de crear un ecosistema de microbioma estable que



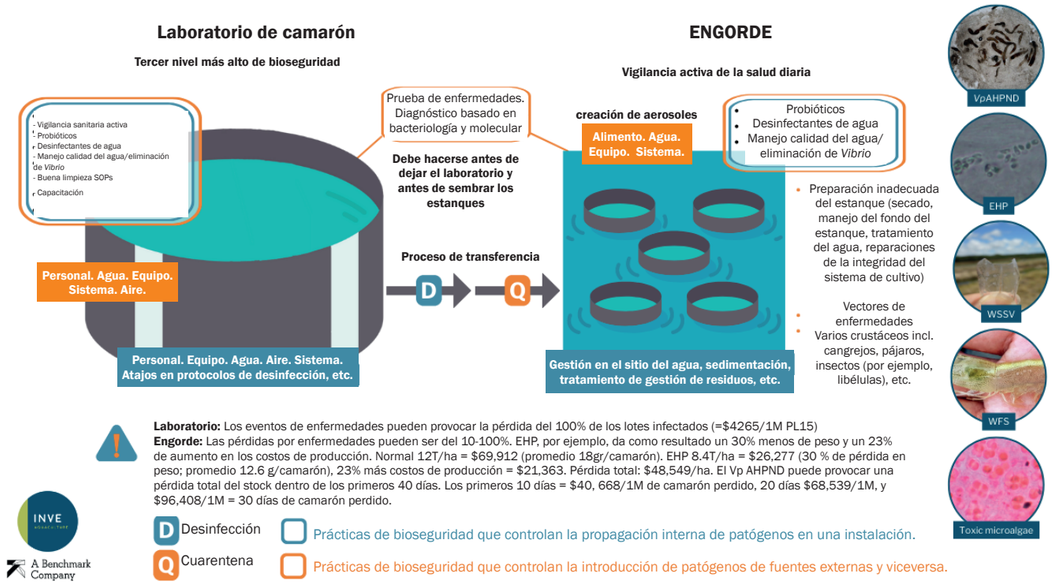
reduzca la probabilidad de que se desarrollen poblaciones de patógenos. Si se logra una eliminación total de las bacterias, se crea un ambiente abierto para que otros patógenos ingresen al sistema. Aquí podemos considerar dos hipótesis. La primera y "mejor estrategia" sería evitar la introducción de bacterias a través de alimentos vivos (por ejemplo, rotíferos, *Artemia*, *Moina*, poliquetos, etc.), utilizando un protocolo de desinfección eficaz para matar cualquier bacteria. Se pueden obtener cultivos estériles y reducir el riesgo de introducción de bacterias a casi cero. Una inoculación posterior con probióticos para crear un microbioma estable podría completar la estrategia, pero no es obligatoria si se puede garantizar la introducción de especies de bacterias indeseables. La segunda hipótesis/estrategia es que el manejo microbiano de los tanques de algas y PL es el camino preferido a seguir debido a la imposibilidad de tener cultivos de algas y/o PL en campo que estén libres de organismos vivos distintos de las especies de algas o PL que son requeridas (es decir, cultivos axénicos). En relación con esto, se deben incluir aspectos cruciales en estos entornos como el manejo del agua, el control de la calidad del aire y el manejo microbiano.



Un estudio reciente realizado por Heyse *et al.* (2021) descubrieron que la comunidad de fitoplancton es un importante impulsor del microbioma del agua de cultivo. A partir de su estudio, el análisis de seguimiento de fuentes reveló que cada una de las fuentes investigadas (es decir, algas, *Artemia*, agua y alimento) era responsable de la presencia de taxones específicos en el microbioma del agua de cultivo de larvas de camarón. Según sus análisis, se demostró que la mayor proporción de introducciones de nuevas especies bacterianas se podía atribuir al microbioma de las algas, seguido más tarde por el de la *Artemia*, el intercambio de agua y, en menor medida, a piensos secos. Esto demuestra el papel crucial que desempeñan esos microbiomas periféricos a la hora de poner a prueba o mantener un equilibrio microbiano que promueva la salud. Este estudio también nos proporciona conocimientos clave para que los utilicemos en el trabajo hacia sistemas con un mejor manejo microbiano y prácticas de bioseguridad, incluyendo protocolos sobre cómo se pueden reducir, controlar y manejar las bacterias con probióticos, intercambios de agua, biofiltros (RAS - sistema de recirculación acuícola), manejo del agua (biofloc) y soluciones que aumentan la calidad y la bioseguridad de los alimentos y las prácticas.

Por lo tanto, las algas pueden tener un impacto importante en el microbioma y esto es necesario abordarlo. La forma en que se producen las algas, especialmente en Asia, es típicamente en sistemas de cultivo abiertos, lo que significa que corren un alto riesgo de contaminación, son impredecibles y variables. Trasladar el cultivo de algas a fotobiorreactores o reactores cerrados, donde las condiciones de cultivo se controlan cuidadosamente, significa que se pueden producir algas en un entorno microbiano más estable, lo que permite alimentarlas de una forma más biosegura, limitando y controlando mucho mejor la introducción de nuevas especies microbianas en el sistema. Además, se descubrió que la presencia de cultivos libres de *Vibrio* de las microalgas *Chaetoceros calcitrans* y *Tetraselmis suecica* inhibe significativamente ($p<0.05$) el crecimiento de *V. parahaemolyticus* durante un co-cultivo (Soto-Rodríguez *et al.*, 2022).
Los alimentos vivos desempeñan un papel importante en las necesidades dietéticas de las especies cultivadas, debido a su valor nutricional excepcional y su diversa composición bioquímica. Su tamaño y diferentes etapas de desarrollo lo convierten en una fuente de alimento ideal para los laboratorios, ya que les permite producir postlarvas (PL) robustas y de alta calidad. Además, los factores cruciales para garantizar una producción segura incluyen la facilidad de producción, la disponibilidad, rápido desarrollo y la presencia de nuevas tecnologías destinadas a una producción más eficiente y predecible de alimentos vivos de alta calidad (nutritivos y microbianos).

La calidad de los nauplios y la biomasa de *Artemia* puede verse afectada por la presencia de cáscaras vacías, membranas



eclosionantes y quistes no eclosionados, ya que forman un sustrato perfecto para el desarrollo de especies microbianas no deseadas como *Vibrio*. Para mejorar la calidad del alimento vivo y facilitar la eliminación del sustrato no deseado, los quistes de *Artemia* recubiertos con partículas de hierro específicas (tecnología SEP-Art) se utilizan junto con herramientas auto limpiantes estáticas o dinámicas, como el SEP-Art HandyMag, SEP-Art CysTM y SEP-Art AutoMag. Las cáscaras con un revestimiento especial son atraídas por los imanes que mantienen a los animales vivos y sin daños en la suspensión. La eliminación de cáscaras da como resultado una fuente más limpia de nauplios de *Artemia* nutricionalmente superiores para su uso en laboratorios.

Durante la eclosión y el cultivo de *Artemia*, también existen productos específicos que se pueden utilizar para reducir la cantidad de *Vibrio* y garantizar una buena calidad del agua (por ejemplo, utilizando quistes tipo SEP-Art D-FENSE o Sanocare® ACE PRO). El uso de estos productos reduce y controla el desarrollo bacteriano durante la producción del importante alimento vivo sin afectar la eclosión y viabilidad de la *Artemia*, generando un alimento vivo de alta calidad microbiana (ausencia de *Vibrio*) y limitando la transferencia de especies oportunistas al entorno de producción de PL, manteniendo a *Vibrio* en niveles muy bajos.

Consideraciones de bioseguridad en el engorde

A partir de ensayos de exposición a enfermedades, comprender la tolerancia de postlarvas de diferentes tamaños a patógenos clave como *Vibrio parahaemolyticus* que causa AHPND puede proporcionar información clave sobre las prácticas de cultivo que pueden reducir los impactos de las enfermedades.

En un ensayo interno, se siguió el desarrollo de una sola población de camarones con submuestras expuestas a diferentes dosis de bacterias para definir las dosis de LC_{50} necesarias para matar las diferentes etapas de PL. De las más de 600 pruebas que se realizaron, se descubrió que se necesitaban casi de 80 a 100 veces más bacterias para matar el 50% de una población de PL33 que las necesarias para matar el 50% de una población de PL 16 o PL24. Si bien no sorprende que los camarones de mayor tamaño necesiten mayores dosis de bacterias para matarlos, el gran salto en las dosis requeridas entre PL 24 y PL 33 es interesante, y puede usarse en decisiones sobre el mejor momento para transferir PL a los estanques.

En una buena gestión de la bioseguridad y la atención sanitaria, nunca se dejará de insistir lo suficiente en la importancia de realizar controles sanitarios periódicos de los stocks y de poder reconocer los primeros signos de enfermedad. El biofouling, la presencia de bolitas, la condición del hepatopáncreas, la necrosis de la cáscara, los cromatóforos intestinales, el contenido intestinal y la condición fecal, etc., pueden proporcionar información sobre la salud del stock en los sistemas de cultivo y las prácticas de cultivo en curso. Si se observan desviaciones de la condición normal esperada, es importante que se realicen las pruebas de salud o investigación pertinentes. Si se pasan por alto, se ignoran, se descartan o se posterga la toma de decisiones, no solo se pueden producir impactos en la salud y la supervivencia de las poblaciones, sino que también se pueden generar situaciones irrevocables, independientemente de la posterior intervención. También es fundamental que se realicen evaluaciones de la salud de los stocks antes de transferirlos a los estanques.

En los últimos años, los problemas de enfermedades causados por *Vibrio* spp. y los virus se han convertido en una importante limitación en la producción acuícola. La aplicación de antibióticos a los estanques de cultivo no solo es cara sino también perjudicial, ya que puede dar lugar a la selección de bacterias resistentes a los medicamentos o más virulentas, y generar residuos de medicamentos en los animales cultivados listos para el consumo.

Los probióticos son una alternativa válida a la aplicación profiláctica de productos químicos, en particular antibióticos y biocidas. Las bacterias beneficiosas, que compiten con las bacterias patógenas por los nutrientes, el espacio y/o inhiben el crecimiento de patógenos, se pueden aplicar al agua o al alimento. Estas cepas probióticas no son agentes terapéuticos, pero alterarán directa o indirectamente la composición de la comunidad microbiana en el medio de cultivo y el tracto intestinal del camarón. Un mensaje clave es la importancia de crear microbiomas estables que ayuden a la bioseguridad.

La utilización de probióticos como enfoque microbiano para el manejo del ambiente y la prevención de enfermedades en la acuicultura ha ganado mucha atención. Sin embargo, un obstáculo importante al que se enfrentan los probióticos en este campo es la proliferación de numerosos productos no regulados e inadecuados disponibles en el mercado, que carecen de fundamento científico para sus aseveraciones. Las causas principales de la eficacia disminuida incluyen un control de calidad inadecuado durante la fabricación del producto y métodos de entrega inadecuados, lo que resulta en contaminación y/o gastos de tratamiento excesivos que no se controlan adecuadamente.

El desarrollo de probióticos adecuados no es una tarea sencilla y requiere investigación empírica y fundamental, ensayos a gran escala, así como el desarrollo de herramientas de seguimiento adecuadas y una producción controlada. La eficacia de las aplicaciones de probióticos en medios de cultivo o piensos depende de una cuidadosa selección y deposición de cepas, lograr altas concentraciones en el agua o el intestino del camarón, mantener condiciones de producción controladas e integrarlas sabiamente en procedimientos operativos estándar (SOPs) para optimizar los costos/eficiencia. El mensaje clave es que los probióticos bien seleccionados pueden ayudar a la estabilidad y la mejora de la microflora intestinal y del ambiente al competir contra especies peligrosas.

En el contexto de la bioseguridad, los sistemas de recirculación acuícola (RAS), como sistemas de manejo, pueden ayudar a crear microbiomas más estables (calidad del agua y microbiota). Las pruebas piloto han demostrado que los RAS pueden dar como resultado una captura de biomasas de camarón significativamente mayor, pero con costos de funcionamiento un 30% más bajos que los sistemas tradicionales.

El sistema RAS resultó en una mejor calidad del agua y eliminación de sólidos. Los sistemas tuvieron cargas bacterianas más altas desde el principio con una comunidad microbiana más estable durante todo el período de cultivo. Se necesita más trabajo con sistemas RAS para ajustarlos y poder utilizarlos a escala comercial.

También es importante considerar que la transferencia de PL podría imponer el riesgo de transferir el riesgo de bioseguridad del laboratorio/criadero a los estanques de engorde. Minimizar el riesgo es clave para mejorar el rendimiento del sitio. El riesgo de vibriosis se puede minimizar abordando el estrés y aumentando la robustez utilizando productos específicos como Sanocare® FIT. Esto evita mortalidades durante el transporte, la aclimatación y la siembra para garantizar que se optimice el rendimiento de PL en los estanques de engorde.

A nivel de producción, el manejo microbiano se puede facilitar mediante el uso de skimmers de proteínas para eliminar los compuestos orgánicos disueltos y el uso de biofiltros en sistemas de recirculación. En la producción integrada, hay una tendencia a reducir el número de estanques de producción y aumentar el área dedicada al manejo/purificación del agua in situ. En términos generales, la menor proporción de sustrato y bacterias conduce a una mayor estabilidad microbiana.

Para garantizar las medidas de bioseguridad y la vigilancia en el sitio, es recomendable evaluar la carga bacteriana en el agua de cultivo, así como en puntos de monitoreo predeterminados dentro del sistema (como tuberías de agua y aire) utilizando placas de medios selectivas. En caso de brote de una enfermedad, es fundamental identificar los agentes causantes mediante métodos de identificación adecuados.

También se debe enfatizar la importancia de una buena salud del sistema en materia de bioseguridad. En casi todos los sitios de producción, el enfoque de los esfuerzos de bioseguridad tiende a ser garantizar la salud y seguridad de los estanques o tanques, esencialmente el corazón del sistema. Sin embargo, también es importante considerar todas las redes de suministro que entran y salen de estos sistemas: tuberías, aireadores, líneas de aire, etc. Si no se mantienen y limpian entre cada ciclo de producción, también pueden provocar problemas de salud (puede haber acumulación de mejillones en sistemas mal filtrados, formación de biofilms, briozoos, etc.), y tenemos productos dentro de la industria para afrontar estos problemas y garantizar que los sistemas se desinfecten regularmente.

La calidad del aire también debe tenerse en cuenta en nuestra evaluación de bioseguridad. La propagación de patógenos por aire a través de aerosoles también se pasa por alto con frecuencia y no es una gran sorpresa, especialmente en estos tiempos difíciles de COVID-19; sin embargo, hay una falta real de data que demuestre que se trata de una infección. Utilizando el modelo *Vibrio parahaemolyticus* que causa AHPND, se llevaron a cabo una serie de ensayos dentro de un sitio autorizado, cuidadosamente controlado, y se pudo demostrar que las bacterias pueden propagarse a grandes distancias y que las infecciones de estanques infectados o depósitos de aguas

residuales, si no se tratan adecuadamente, pueden servir como puntos de infección que potencialmente siembran nuevas infecciones en estanques vecinos.

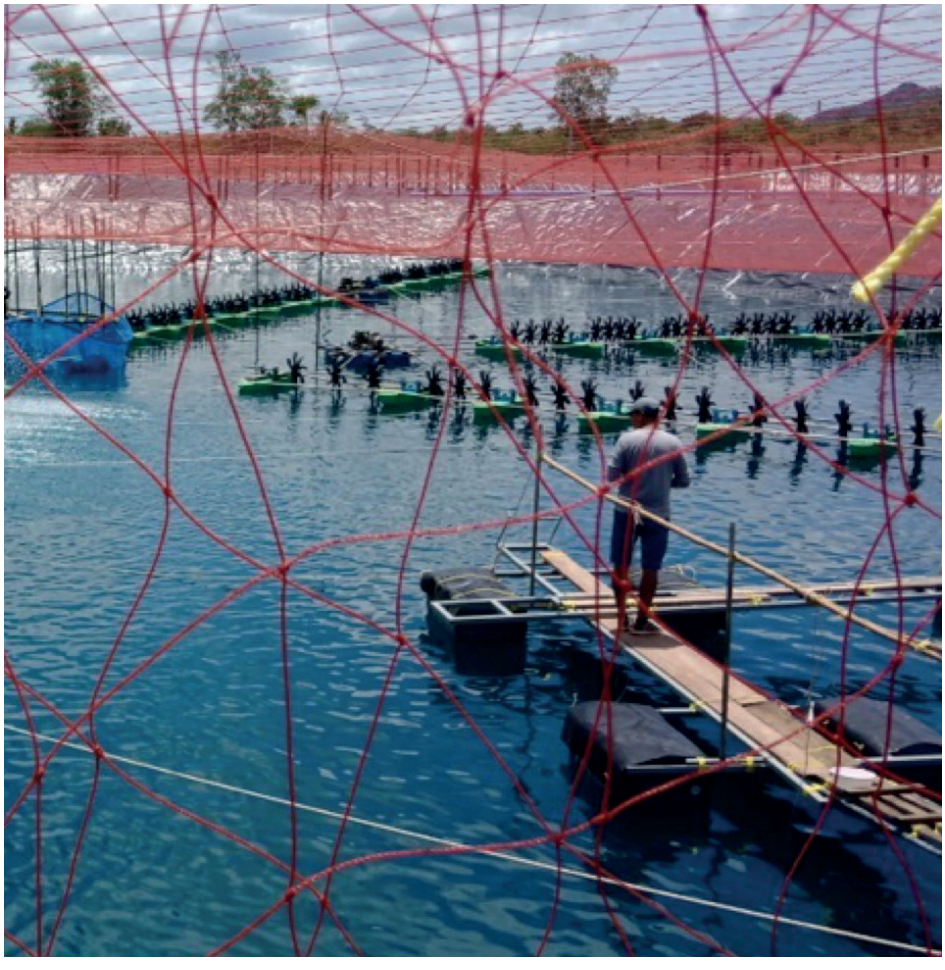
De manera similar, las bombas de aire en centros de reproducción, laboratorios y criaderos también deberían estar equipadas con filtros de aire en sus tuberías de entrada para reducir la introducción de patógenos transmitidos por el aire en los sistemas de cultivo.

Conclusión

Adoptar un enfoque holístico es una estrategia crucial para la prevención de enfermedades y el manejo ambiental, ya que priorizar la prevención es más rentable que los tratamientos de emergencia reactivos o los esfuerzos de mitigación desinformados.

Un programa integral de bioseguridad debe abarcar medidas preventivas, incluido el uso de acondicionadores de agua, tratamientos microbianos, soluciones para la biorremediación del agua y el suelo, inmunoestimulantes y potenciadores de robustez respaldados por SOP sólidos, monitoreo de patógenos, capacitación del personal, auditorías periódicas de bioseguridad y la implementación de buenas prácticas sanitarias. Además, se debe implementar una selección juiciosa de desinfectantes, biocidas y agentes quimioterapéuticos aprobados para mantener la salud animal y crear un entorno de cultivo óptimo. Al incorporar estas estrategias a lo largo de todo el ciclo de vida del cultivo, el valor agregado que brindan contribuye a la sostenibilidad y asegura un futuro prometedor para la producción acuícola •

Para mayor información escriba a:
a.shinn@inveaquaculture.com



Referencias

Heyse, J., Props, R., Kongnuan, P., De Schryver, P., Rombaut, G., Defoirdt, T. & Boon, N. (2021) Rearing water microbiomes in white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei)* larviculture assemble stochastically and are influenced by the microbiomes of live feed products. Environmental Microbiology, 23(1), 281-298.

Hoa, N.D. (2010) Domestication of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) in recirculation systems in Vietnam. Ph.D. Thesis. Ghent University, Belgium. pp 185.

Intriago, P., Medina, A., Espinoza, J., Enriquez, X., Arteaga, K., Aranguren, L.F., Shinn, A.P. & Romero, X. (2023) Acute mortality of P*enaeus vannamei* larvae in farm hatcheries associated with the presence of *Vibrio sp*. carrying the *Vp*PirAB toxin genes. Aquaculture International. https://doi.org/10.1007/s10499-023-01129-0

Soto-Rodriguez, S.A., Magallón-Servín, P., López-Vela, M. & Nieves Soto, M. (2022) Inhibitory effect of marine microalgae used in shrimp hatcheries on *Vibrio parahaemolyticus* responsible for acute hepatopancreatic necrosis disease. Aquaculture Research, 53, 1337–1347.

Subasinghe, R., Alday-Sanz, V., Bondad-Reantaso, M., Huang, J., Shinn, A. & Sorgeloos, P. (2023) Biosecurity: Reducing the burden of disease. Journal of the World Aquaculture Society, 2023: 1-30. doi:10.1111/jwas.12966

Subasinghe, R.P. & Shinn, A.P. (2023) Chapter 11. Biosecurity: Current and future strategies. In: Woo, P.T.K. & Subasinghe, R.P. (Eds.) Climate Change on Diseases and Disorders of Finfish in Cage Culture. 3rd Edition. CABI International. pp. 430-461.

Zacarias, S., Fegan, D., Wangsoontorn, S., Yamuen, N., Limakom, T., Carboni, S., Davie, A., Metselaar, M., Little, D.C. & Shinn, A.P. (2021) Increased robustness of postlarvae and juveniles from non-ablated Pacific whiteleg shrimp, *Penaeus vannamei*, broodstock post-challenged with pathogenic isolates of *Vibrio parahaemolyticus* (*Vp*AHPND) and white spot disease (WSD). Aquaculture, 532, 736033.