



EL ACUICULTOR

UNA REVISTA DE LA **SVA**

**REPRODUCTORES: DONDE
COMIENZA LA SALUD
EN PISCICULTURA**
PÁGINA 05

**CALIDAD DEL SUELO PARA EL CULTIVO
DE CAMARÓN: INTERPRETACIÓN DEL
ANÁLISIS DEL SUELO**
PÁGINA 23

**SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN EN
LA ACUICULTURA. PARTE 3-CALIDAD
DEL AGUA EN LOS RAS: SEGUIMIENTO
Y CORRECCIÓN**
PÁGINA 28

OCTUBRE 2023 | VOL. 3 | NÚMERO 4

EL ACUICULTOR

UNA REVISTA DE LA SVA

JUNTA DIRECTIVA

PRESIDENTE

Eduardo Castillo

VICEPRESIDENTE

Alex Guevara

SECRETARIO

Daniel Arana

TESORERO

Héctor Rincón

VOCALES

Abraham Mora

German Poleo

Edwis Bravo

Oswaldo Marín

DIRECTORA OPERACIONES

Marcia Guevara

DIRECTOR DE ARTE

Wander Parada

SUPLENTE

Juan Urich

Eugenio García

Víctor Blanco

DIRECTOR EJECUTIVO

Arnaldo Figueredo



¡COMPROMETIDOS CON EL
DESARROLLO ACUÍCOLA DE LA REGIÓN!

GRACIAS A NUESTROS PATROCINANTES



CONTACTO

Web: svacuicultura.org / **Email:** sociedadvenezolanadacuicultura@gmail.com

@svacuicultura



Sociedad Venezolana de Acuicultura

CONTENIDO

CONTENIDO

OCTUBRE 2023 | VOL. 3 | NÚMERO 4

Pág. / Contenido

4. Nota del Editor

5. Reproductores: donde comienza la salud en piscicultura

12. Todo lo que necesitas saber sobre EMS en el cultivo de camarones

19. La transformación azul

23. Calidad del suelo para el cultivo de camarón: interpretación del análisis del suelo

28. Sistemas de recirculación en la acuicultura. Parte 3 - Calidad del agua en los RAS: seguimiento y corrección

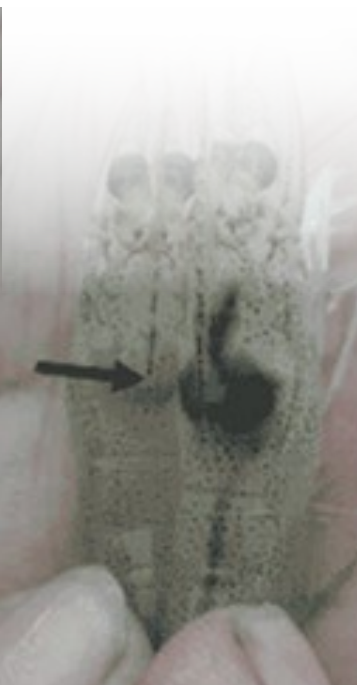
36. Cultivo de pepino de mar

40. Utilización ampliada de microalgas en alimentos acuícolas

48. Enfermedades fúngicas en peces

52. Cultivo de *Artemia* para la Larvicultura Intensiva de Peces y Crustáceos

Nota: Las opiniones emitidas en los artículos corresponden a los autores y no deben ser atribuidas a la Sociedad Venezolana de Acuicultura.





Hagamos
acuicultura
juntos

MEGASUPPLY®



FROZEN OCEAN™

Solo lo bueno del mar.

 Esterilizado por Irradiación Gamma

100% natural



COPEPODOS

Reemplaza hasta el 100% de quistes de artemia a un 30% del costo.



POLIQUETOS

Incrementa la fertilidad de los reproductores y la producción de nauplios..



BIOMASA DE ARTEMIA

Alta disponibilidad de nutrientes que promueve el crecimiento y supervivencia del animal.

EDITORIAL

PATOLOGÍAS EN ACUICULTURA

Es indiscutible el avance de la acuicultura a nivel global en prácticamente todos sus rubros representativos. Pero un enfoque detallado, sobre todo a niveles locales o regionales, evidencia altibajos significativos esporádicos y, eventualmente, verdaderos descabros productivos. En la gran mayoría de los casos, tales eventos negativos son epizootias, el equivalente animal para una epidemia. Las enfermedades son, entonces, fenómenos ubicuos, que se han presentado en todas las zonas de cultivo, y que han afectado a todas las especies cultivadas. Cada rubro acuícola tiene su propia lista de enfermedades, como bien lo recoge la propia Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA). Las patologías han sido largamente reconocidas como una de las principales preocupaciones de todo productor acuícola, por ser la mayor causante de pérdidas económicas.

En este número abordamos someramente el tema patológico, reuniendo tres artículos. Primeramente, el Dr. Carlos Leal (UFMG, Brasil) nos habla sobre la importancia de atender el tema sanitario desde los reproductores de peces, con énfasis en tilapias. De la empresa asesora en tecnología Alune, les presentamos un breve pero sustancioso escrito sobre el EMS, importante enfermedad en la camaronicultura global. Finalmente, hicimos un extracto del estudio de Filiz Özcan y Neval Berrin Arserim (Dilce University, Turkiye) sobre enfermedades fúngicas en peces.

En la SVA entendemos las patologías como amenazas constantes e inherentes al quehacer productivo, las cuales hay que prevenir, pero para las cuales también hay que prepararse. Por ello hemos abordado este amplio temario con valiosos especialistas y ponemos a disposición pública numerosos webinars. Recopilaciones de enfermedades significativas^{1,2}, temas de vanguardia como el empleo de bacteriófagos³ y nuevas estrategias diagnósticas^{4,5,6}, herramientas terapéuticas^{7,8,9}, o el estudio de casos¹⁰, son algunos de los aportes de la SVA que encontrarán en nuestro canal de YouTube.

En nuestro país es importante retomar esfuerzos en esta temática, sin la cual la acuicultura no avanzará tan sólidamente como pudiera. En un momento, marcamos pautas con patólogos de la talla de David Conroy,

Mélida Boada, Julia Álvarez, Gina Armas de Conroy y Jorge Cuéllar. Lamentablemente, en la actualidad todos los centros académicos y de investigación se encuentran en un estado lamentable, y las figuras señeras que abrieron el camino ya no nos acompañan. Debemos reinventarnos y entender el valor de fortalecer la patobiología acuática entre nuestros profesionales.



Eduardo Castillo

Presidente de la Sociedad Venezolana de Acuicultura

PARA CONSULTAR

1. https://www.youtube.com/live/1RgLKSBtZvY?si=A9HrG_BZ2OkqSJD2
2. https://www.youtube.com/live/yaAduENKya4?si=L6oJppvOB6tN_65f
3. <https://www.youtube.com/live/ZsdorQWWMGoo?si=mVpuQ-KrCX9SuEAV>
4. https://www.youtube.com/live/xMOJg8nzRbc?si=HR0oB_svyfKH2nXS
5. https://www.youtube.com/live/hzpQUJ16fcc?si=TnKukL1-KFts_M24
6. <https://www.youtube.com/live/3nkBvyJISWs?si=7mrgPaCal2Qqy954>
7. <https://www.youtube.com/live/MwuLQaPA2aQ?si=FUaPZ5BUXNEIOHv5>
8. <https://www.youtube.com/live/VMeUhUNvuOE?si=xipXJBtlSUDdRkB>
9. https://www.youtube.com/live/CFcQJwyWfYQ?si=GRVIMy6ktfn3r_0
10. <https://www.youtube.com/live/ImYhd6qzFRa?si=r7SLOqhaolhec8sU>

REPRODUCTORES: DONDE COMIENZA LA SALUD EN PISCICULTURA

Carlos AG Leal

Profesor de la Facultad de Veterinaria de la Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.

Email: carlosleal@vet.ufmg.br

Los reproductores deben tener un nivel sanitario muy alto, deben estar libres de enfermedades y cultivarse en unidades con máxima bioseguridad, ya que los animales portadores (aquellos que están infectados con una enfermedad o patógeno, pero no manifiestan la enfermedad) pueden generar alevines y juveniles infectados. Estos a menudo no muestran signos clínicos de la enfermedad en el momento de la venta, provocando brotes sólo más tarde, durante el cultivo. Además, el hecho de que los alevines y juveniles sean asintomáticos (sin signos de la enfermedad), pero portadores, permite que parásitos y patógenos se propaguen indiscriminadamente a diferen-

tes regiones, esparciendo la enfermedad por todo un país, haciendo difícil, a veces imposible, su control. En Brasil ya se han vivido situaciones como ésta, en las que el movimiento de animales entre diferentes regiones ha propagado las enfermedades por el país. También se realizan prácticas durante el proceso de reproducción, en las pisciculturas, que ponen en riesgo toda la actividad. A lo largo de este artículo se presentan algunos conceptos teóricos, ejemplos de problemas de salud relacionados con los reproductores y puntos críticos de bioseguridad que aún se observan en todo lo relacionado con la reproducción.



Reproductor de tilapia con gránulos de *Francisella*.

Transmisión de enfermedades de reproductores a larvas

Los parásitos y patógenos se transmiten de animales infectados a animales sanos, un proceso técnicamente llamado transmisión. Hay dos vías de transmisión:

1- la transmisión horizontal que se produce por contacto directo entre peces enfermos y sanos, o indirectamente, a través del agua, equipos, etc.

2- la transmisión vertical que se produce cuando los padres (en el caso de los peces, reproductores) transmiten la enfermedad a su descendencia (hijos; larvas, en el caso de los peces) y estos nacen infectados con el patógeno. En el caso de la transmisión vertical todavía tenemos dos formas, verdadera y falsa. Durante el proceso de reproducción natural, el espermatozoide producido por el macho fertiliza los óvulos de la hembra, dando lugar a embriones, que se desarrollan, eclosionan y se transforman en larvas (**Figura 1**).

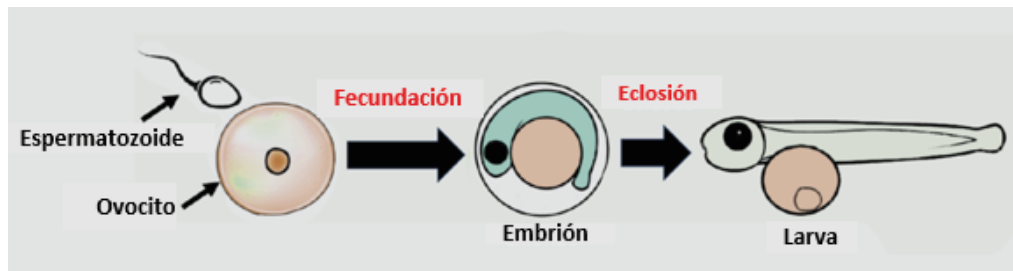


Figura 1. - Proceso biológico de reproducción de los peces en general, en el que el espermato producido por el macho fertiliza los óvulos (técnicamente llamados ovocitos) de las hembras, creando el embrión. Éste se desarrolla y eclosiona dando lugar a larvas.

La **Figura 2** ilustra los procesos de transmisión vertical verdadera y falsa. Aunque, en última instancia, ambas dan lugar a larvas infectadas, presentan diferencias significativas en cuanto a la eficacia de las medidas de profilaxis y control para prevenir la transmisión de enfermedades en la piscicultura, especialmente en la tilapicultura. En el caso de enfermedades que provocan infección de gametos (espermatozoides y ovocitos) realizan una verdadera transmisión vertical, el patógeno ya estará infectando al

ovocito fecundado incluso antes de que se desarrolle el embrión y nazca la larva. En este caso, el proceso de desinfección, que comúnmente se realiza después de recolectar los huevos de tilapia, antes de colocarlos en las incubadoras, tendrá poco efecto en la eliminación del patógeno. Porque, para neutralizar este microorganismo, el desinfectante tendría que penetrar en el interior del ovocito fecundado, lo que ocasionaría la muerte de este también.

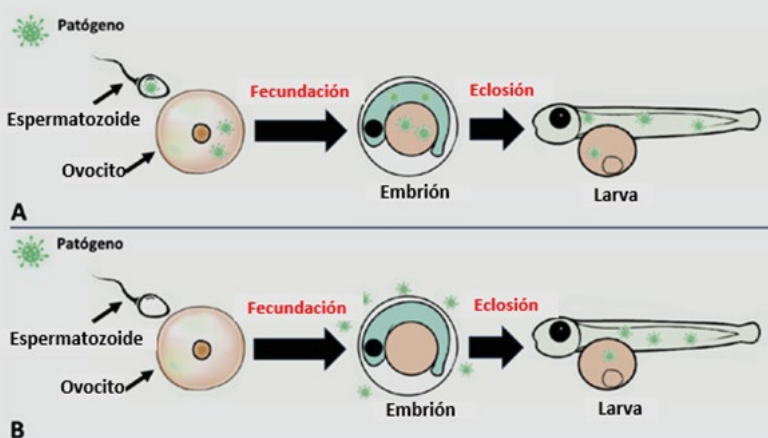


Figura 2. - Proceso de transmisión vertical de un patógeno. A- transmisión vertical verdadera, en la que, durante el desarrollo del ovocito o del espermatozoide, el patógeno infecta estas células y, tras la fecundación, el embrión ya está infectado, al igual que la larva cuando nace; B- transmisión vertical falsa, en la que el patógeno no provoca infección en los gametos (espermatozoides y ovocitos), pero por su presencia en los órganos reproductores (ovarios en las hembras y testículos en los machos) contamina su superficie, principalmente los óvulos y, posteriormente, cuando la larva nace, se infecta con el microorganismo.

Por otro lado, en casos de transmisión vertical falsa, en los que el patógeno se deposita en la superficie del ovocito fecundado y la larva se infecta tras la eclosión, cuando nace, el proceso de desinfección puede actuar de forma beneficiosa. Puede eliminar el microorganismo antes de que nazca la larva, evitando que se infecte prematuramente.

En el caso de los peces, la transmisión vertical tiene una complicación adicional para su determinación. Como la fertilización de los ovocitos ocurre en el ambiente (agua, fertilización externa), incluso si una pareja reproductora determinada no porta la enfermedad, otros animales infectados en el lote pueden liberar el patógeno en el agua y contaminar los huevos. Por tanto, la transmisión vertical en los peces no es tan lineal y fácil de caracterizar como en los animales terrestres.

Llegados a este punto, puede surgir la siguiente pregunta: ¿cuándo debo desinfectar los huevos en las unidades

de reproducción de tilapia? Técnicamente lo ideal sería realizar la desinfección de lotes de reproductores que porten patógenos transmitidos de manera vertical falsa. En la práctica, no contamos con esta información para los principales patógenos de la tilapia. En la literatura y en la práctica, la evidencia de la transmisión vertical de los principales patógenos que afectan la tilapicultura es sólida y extensa; sin embargo, aún se desconoce si esto es falso o verdadero para la gran mayoría de ellos. Personalmente, independientemente de información concreta, creo que es prudente y recomendable desinfectar los huevos. Además de combatir la transmisión vertical de patógenos, esto reduce la carga microbiológica de los huevos fertilizados, lo que generalmente mejora la tasa de eclosión. Además de combatir los parásitos (por ejemplo: *Trichodina* sp.) no causan problemas en los reproductores, ya que son resistentes, pero pueden causar brotes con mortalidad significativa en las larvas post-eclosión (**Figura 3**).

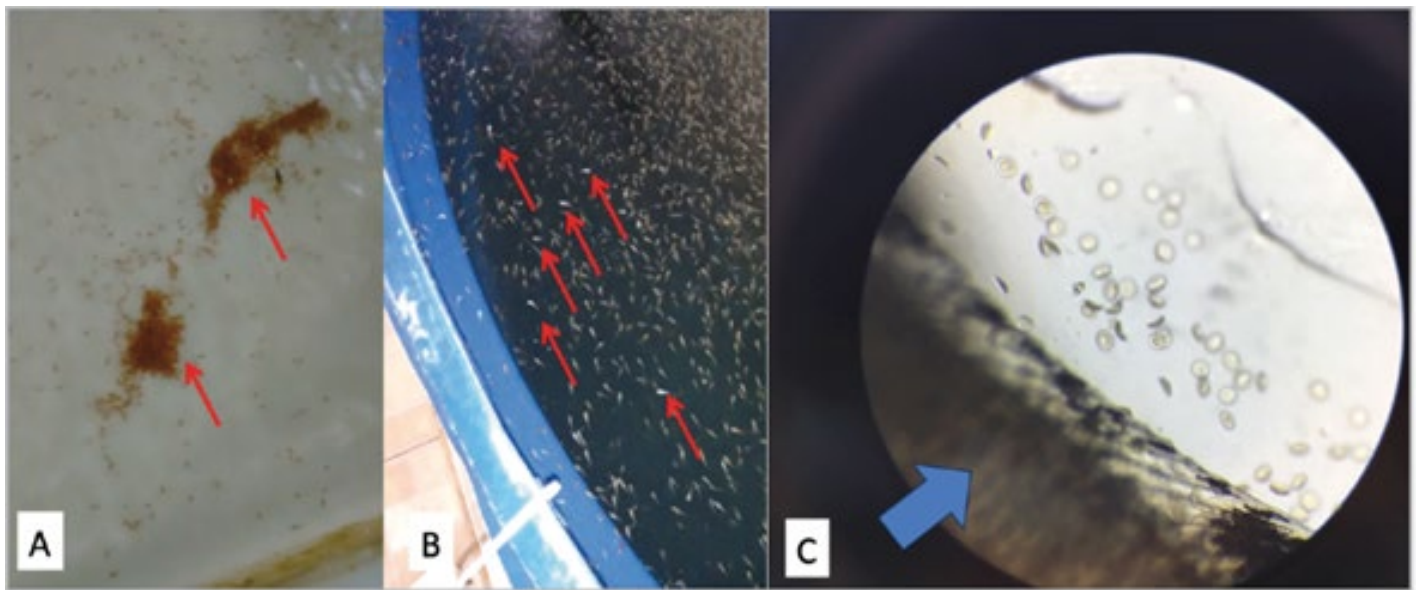


Figura 3. - Brote de mortalidad causado por *Trichodina* sp. en larvicultura de tilapia donde se observa una alta mortalidad en larvas después de la eclosión (A; flechas) y durante la fase de masculinización (B; flechas). En la figura C, examen parasitológico realizado a una larva recolectada poco después de su muerte, donde se aprecia una alta infestación por parásitos del género *Trichodina* en el cuerpo del animal (flecha) y alrededor del mismo.

Patógenos de importancia x transmisión vertical en reproductores de tilapia

Como se mencionó anteriormente, desde hace algunos años existe evidencia científica y técnica clara de la transmisión vertical de patógenos en la larvicultura de tilapia. Este problema viene ocurriendo desde hace décadas en Brasil. Entre las enfermedades que consideramos más importantes en la tilapicultura nacional (estreptococosis, franciselosis e iridovirosis), todas ellas pueden infectar a los reproductores y transmitirse a larvas y alevines.

En el caso de la estreptococosis, en los últimos años se han realizado varios estudios para demostrar la transmisión vertical de la bacteria desde los reproductores a las larvas y a los alevines. Amal *et al.* (2013) monitorearon una tilapicultura en Malasia desde sus inicios en ese momento y sin cultivo previo de la especie en ninguna otra área de los alrededores. En el primer ciclo, la granja experimentó brotes de estreptococosis. Los autores lograron aislar el patógeno de la larvicultura de donde provenían los alevines y de la granja, pudiendo demostrar mediante análisis de laboratorio que se trataba del mismo clon de estreptococos en ambas unidades, sugiriendo transmisión vertical y la introducción de la enfermedad en la nueva piscifactoría a través de los alevines.

Pradeep *et al.* (2016a), utilizando un enfoque diferente, también estudiaron la transmisión vertical de *Streptococcus agalactiae* y *S. iniae* en larvicultura de tilapia. En una piscicultura con antecedentes de la enfermedad, los autores recolectaron reproductores asintomáticos (sin signos de estreptococosis), indujeron el desove y recolectaron esperma, para que los gametos no tuvieran contacto con el medio ambiente, otra posible fuente de contaminación, y probaron este material por métodos moleculares. Además, estos autores recogieron las gónadas (órganos reproductivos) de los animales. La mayoría de las muestras fueron positivas para ambas bacterias, lo que demuestra que estaban presentes en los gametos y tienen tropismo por el ovario y testículo de los animales, lo que confirma la fuerte evidencia de transmisión vertical de la estreptococosis.

En Brasil, hasta hace poco, era muy común que ocurrieran brotes en los lotes de cría de tilapia durante el verano, cuando subía la temperatura (**Figura 4**). A partir de 2015, con la popularización de los programas de vacunación, muchas larviculturas comenzaron a utilizar estos agentes inmunoprolácticos en sus instalaciones, lo que redujo drásticamente la aparición de estreptococosis en ellos. En consecuencia, los casos de estreptococosis temprana que vimos en el pasado, que se caracterizaron por brotes en animales jóvenes, juveniles e incluso alevines, en el período crítico de la enfermedad en verano, también disminuyó significativamente (Leal y Figueredo, 2018).



Figura 4. - Reproductor de tilapia que muestra exoftalmos (ojos saltones), un signo clínico característico de la estreptococosis. El animal fue separado durante el proceso de recolección de huevos y sometido a un examen de laboratorio, que confirmó la infección por *Streptococcus agalactiae* serotipo Ib.

De manera similar, la bacteria *Francisella orientalis*, que causa la franciselosis, se ha asociado con casos crónicos y asintomáticos en criaderos de tilapia (Figura 5). Estos animales portadores dan lugar a larvas y alevines positivos, favoreciendo la aparición de brotes durante el cultivo, especialmente en invierno. Pradeep *et al.* (2016b)

y Nguyen *et al.* (2019) demostraron, utilizando enfoques similares, que las bacterias tienen tropismo por las gónadas y que los animales infectados producen ovocitos positivos incluso antes de ser fertilizados por los espermatozoides. Esto resalta la capacidad de transmisión vertical de la franciselosis en tilapia.

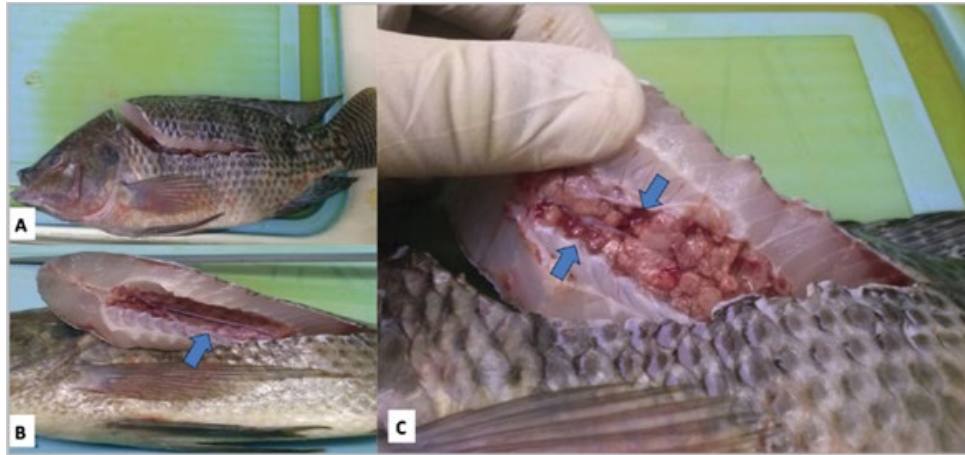


Figura 5. - Reproductor de tilapia (A) con signos clínicos de franciselosis durante evaluación en el laboratorio. En las imágenes se puede observar el grado avanzado de la enfermedad, con el riñón del animal (B; flecha) completamente cubierto por granulomas, y sólo quedan restos (C; flechas) del parénquima (estructura) normal del órgano.

En el país se vivió este problema de forma práctica y relativamente dolorosa. El primer reporte de aparición de franciselosis en Brasil ocurrió en 2014, pero los primeros brotes fueron monitoreados en el campo en 2012. En aquel entonces, los técnicos y productores no tenían mucha experiencia con la enfermedad, y se llevaba a cabo una práctica nociva. Debido a problemas de espacio en las larviculturas, muchas empresas criaron reproductores de reemplazo en jaulas, en las áreas de engorde. Por lo tanto, muchos lotes de animales estaban contaminados con franciselosis y la descendencia producida de éstos resultó positiva para la bacteria. Una vez comercializadas las larvas, ayudaron a propagar la enfermedad por casi todo el país.

En el caso de la franciselosis en reproductores, el control es aún más complejo que en el caso de la estreptococosis. Los tratamientos antibióticos no curan al 100% de la población y no existen vacunas eficaces contra la enfermedad. Por lo tanto, una vez que el lote es positivo, los animales infectados tienen que ser descartados. Pero en este punto tenemos un problema, que es identificar los animales positivos. Hoy en día el diagnóstico de la franciselosis se basa en pruebas de laboratorio (examen bacteriológico y PCR) que requieren la muerte de los peces para recolectar los órganos. No podemos realizar pruebas a todos los animales, ya que terminaríamos con el plantel reproductor, por lo que no es posible saber con

precisión quién está o no infectado. En la práctica, las familias se reemplazan con el tiempo. Sin embargo, la introducción de nuevos animales libres en los laboratorios o granjas genera el riesgo de que entren en contacto con animales más viejos que ya están infectados, y se transmita la enfermedad a esta nueva población, generando un ciclo interminable de reinfección. A partir de la práctica que he adquirido en los últimos años, de monitorear mediante diagnóstico de laboratorio los reproductores positivos a *Francisella*, es posible reducir la prevalencia (proporción de animales positivos en el lote) de la enfermedad en los animales con el sacrificio escalonado de familias/tanques. Sin embargo, erradicar la enfermedad requiere estrategias más incisivas, como la eliminación completa del lote de reproductores, el vacío sanitario y una población con nuevos animales libres. Esto acaba siendo inviable en la mayoría de los casos.

Finalmente, en el caso de ISKNV, la transmisión vertical también es un fenómeno evidenciado en la literatura. Subseing *et al.* (2016) demostraron que el ISKNV se puede detectar en las gónadas de tilapia. Sin embargo, estos autores no pudieron detectar eficazmente el virus en los ovocitos, sólo en el folículo ovárico. Estos datos sugieren que la transmisión vertical en este caso es falsa, con un potencial efecto positivo de la desinfección de los huevos en el control de la enfermedad.

En Brasil no hay informes de que el ISKNV afecte lotes de reproductores. La amplia propagación del virus en el territorio nacional, el nivel de bioseguridad en larvicultura aún por debajo del ideal y la alta transmisibilidad del patógeno representan un riesgo extremadamente alto de su introducción en las unidades de cría de tilapia en Brasil. Al igual que la estreptococosis, actualmente existe una vacuna para controlar el ISKNV en el país. Sin embargo, aún debe evaluarse su efecto beneficioso en el control de la enfermedad en animales portadores.

Prácticas que ponen en riesgo la salud de los planteles de reproductores de tilapia en Brasil

Como se ha descrito en diferentes artículos anteriores en la columna "Salud Acuícola", los aspectos productivos y sanitarios de la tilapicultura nacional han evolucionado mucho en la última década. Sin embargo, aún existen algunos puntos críticos relacionados con las unidades de reproducción que ponen en riesgo a estos animales, a pesar de que los reproductores deben ser tratados como la "joya" de la corona de la piscicultura. Estos son: 1.- el resultado de largos y costosos programas de mejoramiento genético, que no pueden ponerse en riesgo; 2.- son la base de la cadena productiva, porque sin alevines no hay engorde; 3.- los problemas de salud en estas poblaciones pueden provocar obstáculos que requieren años para superarse en toda la cadena productiva. Por lo tanto, algunas prácticas descritas a continuación deben ser revisadas y deben abandonarse por completo para garantizar la salud de los planteles de reproductores en el Brasil.

Como ya se mencionó, criar reproductores jóvenes en jaulas dentro o cerca de áreas de engorde, o colocarlos por espacio de tiempo corto en estas unidades, debe considerarse un delito; sin embargo, es una práctica que aún se realiza en Brasil. Estos animales, con alto valor genético, son expuestos a todos los desafíos del campo para luego producir larvas. Por lo expuesto hasta ahora, creo que no es necesario divagar demasiado sobre como esta práctica pone en riesgo la plantilla de reproductores.

De manera similar, muchos programas de mejoramiento llevan a cabo las llamadas pruebas de progenie de campo, donde se prueba el desempeño zootécnico de las diferentes familias que se están mejorando en condiciones reales. Hasta ahora, ningún problema; sin embargo, en algunas situaciones, los animales que obtuvieron mejores resultados regresan a la unidad de cría para convertirse en reproductores. Este proceso trae consigo el mismo grado, nivel e impacto descrito en el párrafo

anterior, ya que expone al animal a la vida real (llena de desafíos y patógenos) y lo convierte en un potencial transmisor vertical de enfermedades en el futuro.

Un tercer punto crítico, muy común en la cría de reproductores en Brasil, es el origen del agua utilizada en los tanques de estos animales. En muchas fincas, el agua de ríos y embalses que tienen piscifactorías ubicadas aguas arriba se utiliza para abastecer los tanques de cría. Hemos hablado mucho hasta ahora de la transmisión vertical, pero la transmisión horizontal de enfermedades también es extremadamente importante en el contexto epidemiológico de las enfermedades, especialmente a través del agua. He visitado granjas de jaulas en diferentes regiones, donde las unidades de engorde tenían problemas con enfermedades bacterianas y virales, y el agua para los tanques de cría se bombeaba desde unos metros de distancia de las jaulas. Hoy ya sabemos que muchos patógenos tienen buena viabilidad en el agua. Por ejemplo, los estudios demuestran que ISKNV tiene la capacidad de mantenerse en el agua y permanecer infecciosos hasta por 48 horas (Fusianto *et al.*, 2019). Por lo tanto, bombear agua desde un área positiva para ISKNV a tanques de cría es exponer a estos animales al virus y todos los trastornos que la enfermedad puede causar.

Finalmente, es necesario repensar conceptualmente las unidades de cría de tilapia en Brasil. Los modelos actuales, con baja bioseguridad, uso de aguas superficiales y sistemas abiertos, han funcionado hasta hoy, sin embargo, los patógenos seguirán en aumento. Con el incremento de éstos, tenemos que evolucionar y comenzar a habilitar el uso de sistemas cerrados y bioseguros (por ejemplo, sistemas de recirculación-RAS o biofloc), tal como se hace en otras cadenas productivas como la salmicultura. Durante décadas, se han producido formas jóvenes de salmón (llamadas "smolts") y reproductores en RAS en los principales países productores. Algunas empresas en Brasil ya han seguido esta línea e invirtieron fuertemente en la construcción de estructuras como las mencionadas, para la producción de tilapia. Éstas, en el futuro, deberían buscar el sello libre de enfermedades y animar a otras empresas a que también lo hagan, elevando el nivel de la actividad. Esto es bueno para el país, para las empresas, para la cadena productiva en su conjunto, pero principalmente para el piscicultor, a quien se le garantizará la compra de alevines y juveniles libres de enfermedades.

Artículo publicado en la revista Panorama da AQUICULTURA, 2023, VOLUMEN 32, Número 193, Pág. 26-35.

<https://panoramadaaquicultura.com.br/reprodutores-o-marco-zero-na-sanidade-em-piscicultura/>

Prilabsa



**“SOMOS CALIDAD,
SEGURIDAD y GARANTÍA
EN TODOS TUS *cultivos*”**

**SIRVIENDO
A LAS AMÉRICAS
POR MÁS DE
31 AÑOS.**

SOMOS
PROVEEDORES
DE:



ALIMENTOS



ADITIVOS



PROBIÓTICOS



EQUIPOS



QUÍMICOS

Somos proveedores de alimentos, probióticos, aditivos, equipos y químicos para la industria acuícola en las Américas avalados con certificaciones internacionales.

Nuestro personal está altamente capacitado para asesorar en los diferentes tipos de requerimientos de nuestros clientes.

Estamos establecidos en diferentes puntos estratégicos del continente Americano: Estados Unidos (Miami), Brasil (Natal y Aracati), Ecuador (Guayaquil, La Libertad, Naranjal, Ponce Enríquez, Machala, Manta, San Vicente, Pedernales, Esmeraldas), Honduras, Nicaragua, Panamá, México, Venezuela y Perú.

CUANDO PIENSES EN **ACUICULTURA**
PIENSA EN **PRILABSA**



TODO LO QUE NECESITAS SABER SOBRE EMS EN EL CULTIVO DE CAMARONES

ALUNE



Una vista aérea de los estanques de camarones. © Alune.

En el 2018, la FAO informó que la producción acuícola mundial alcanzó un máximo histórico de 114,5 millones de toneladas, con un valor de US\$ 263,6 mil millones en ventas. La producción de crustáceos fue de 9,4 millones de toneladas, valoradas en 69.300 millones de dólares, de las cuales el 52,9 % proviene del camarón blanco del Pacífico (*Penaeus vannamei*).

A medida que la acuicultura crece y la industria busca estabilidad para respaldar un crecimiento sostenido, la prevención, el pronóstico y el manejo de enfermedades son más relevantes que nunca. Una de las enfermedades más complejas en la acuicultura del camarón, especialmente en el cultivo de *P. vannamei*, es el síndrome de mortalidad temprana (EMS), también conocido como

enfermedad de necrosis hepatopancreática aguda (AHPND).

Desde su descubrimiento en 2009, EMS/AHPND ha sido uno de los principales desafíos en la acuicultura del camarón. Después de que se detectó en China, EMS se ha extendido a varios países del sudeste asiático. Debido a su alta tasa de mortalidad, muchos países productores de camarón afectados por EMS/AHPND han experimentado una reducción considerable en la producción y las ventas de exportación.

¿Qué es EMS/AHPND?

En 2009, hubo un brote de una enfermedad grave que provocó una alta mortalidad de camarones de *P. vannamei* y *P. monodon* en el sur de China. Los investigadores inicialmente llamaron a esta enfermedad síndrome de mortalidad temprana (EMS) o síndrome de necrosis hepatopancreática aguda (AHPNS). En 2010, se vieron afectadas más granjas en China y, en 2011, se detectó EMS/AHPNS en Vietnam y Malasia. La enfermedad también se confirmó en Tailandia en 2012.

Los investigadores inicialmente estaban desconcertados por la causa de EMS/AHPNS. Hubo algunas hipótesis, como toxinas ambientales y agentes infecciosos, pero los estudios en estas áreas fallaron.

El acertijo fue resuelto en 2013 por Loc Tran y su equipo, con el gran descubrimiento de que era causado por una cepa de bacteria, *Vibrio parahaemolyticus*, que es omnipresente en el agua de cultivo. Con un mejor conocimiento del agente infeccioso, se sugirió un nombre propio para EMS/AHPNS, a saber, enfermedad de necrosis hepatopancreática aguda (AHPND).

AHPND infecta juveniles o postlarvas (PL) de *P. vannamei* y *P. monodon*, con una tasa de mortalidad del 100 por ciento dentro de los 10 a 35 días posteriores a la siembra. La bacteria *V. parahaemolyticus*, que se encuentra naturalmente en las aguas costeras y estuarinas y causa EMS/AHPND, contiene dos genes tóxicos: Pir A y Pir B. Otras especies, aparte de *V. Parahaemolyticus*, como *V. campbellii*, *V. harveyi*, *V. owensii*, y *V. punensis* también contienen los genes tóxicos y pueden causar EMS/AHPND. Bajo regímenes de baja bioseguridad, la bacteria puede propagarse fácilmente entre estanques y granjas vecinas a través de efluentes de agua.

EMS/AHPND se puede detectar al observar los signos físicos de los camarones, que incluyen hepatopáncreas pálido, encogido o atrofiado (**Figura 1**), caparazones blandos y tracto digestivo parcialmente lleno o constantemente vacíos. Sin embargo, para confirmar la enfermedad, se requiere un examen histológico en el laboratorio. En la fase aguda, los camarones infectados con AHPND mostrarán desprendimiento de las células epiteliales de los túbulos en el hepatopáncreas, como se muestra en la **Figura 2**.

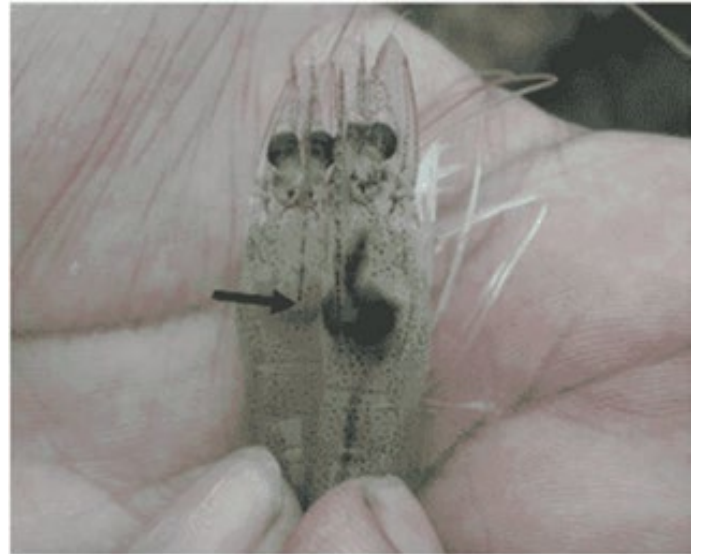


Figura 1. Juvenil de *P. vannamei* que muestra un signo macroscópico de EMS/AHPND. © DV Lightner.

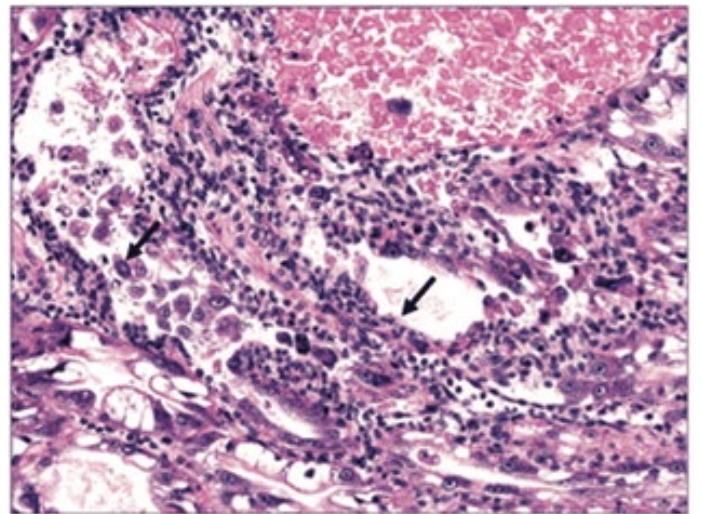


Figura 2. Desprendimiento de células epiteliales de túbulos en el hepatopáncreas en juveniles de *P. vannamei*. © DV Lightner.

Los laboratorios son una de las principales fuentes de EMS/AHPND, propagan la enfermedad a través de PL infectadas, lo que puede causar un brote tan pronto como 14 días después de la siembra. La enfermedad también se puede propagar a través de la contaminación cruzada, donde el patógeno ingresa a los estanques a través de equipos, zapatos/pies, pájaros o cangrejos, o proviene del ciclo de producción anterior del estanque si por alguna razón no fue eliminada. Los camarones son más susceptibles a la infección bajo ciertas condiciones ambientales que promueven la proliferación de bacterias. Estos factores incluyen:

- Alto nivel de nutrientes en el agua del estanque debido a la adición de fertilizantes o melaza.
- Agua con alta temperatura, salinidad >5 ppt y pH >7.
- Mala circulación de agua y baja biodiversidad de plancton.
- Acumulación de sedimentos orgánicos, como alimentos no consumidos y cadáveres de camarones.

Pérdidas causadas por EMS/AHPND

EMS/AHPND ha estado causando estragos en lo que respecta a producción del camarón en Asia durante los últimos 10 años. Uno de los países más afectados de la región es Tailandia, que era el segundo mayor productor de camarones del mundo después de China antes del AHPND y ahora ha caído al sexto lugar.

Desde el brote de EMS/AHPND en 2012, la producción de camarones de Tailandia ha experimentado una pérdida significativa (**Figura 3**). La producción total cayó un 54 % entre 2009 y 2014. El número de granjas también disminuyó un 16%, mientras que la superficie de tierra utilizada para la producción de camarones se redujo un 10%. Otro informe indicó que entre 2010 y 2016, la enfermedad causó pérdidas financieras de US\$ 11,58 mil millones en Tailandia y más de 100.000 puestos de trabajo.

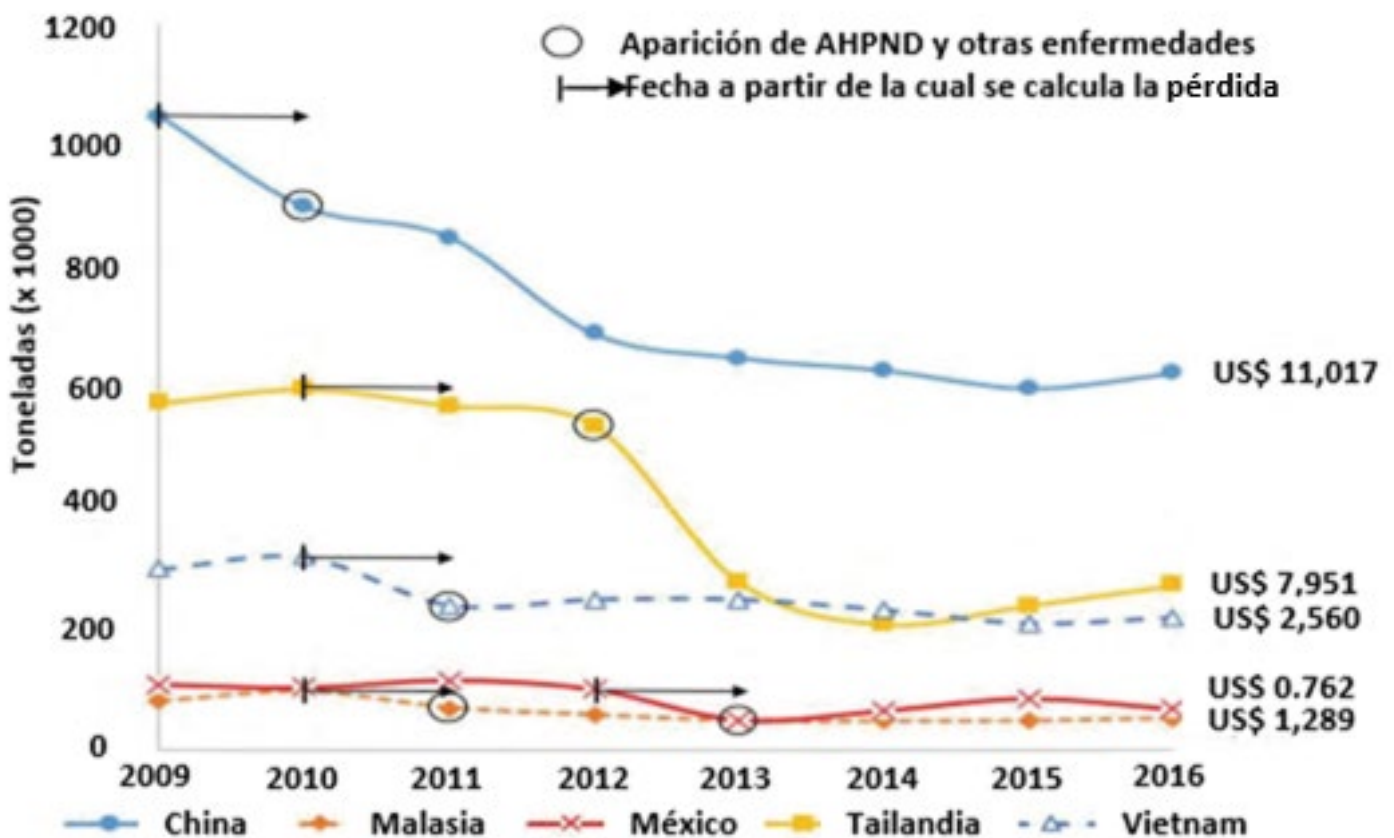


Figura 3. Producción de *P. vannamei* y sus pérdidas posteriores por AHPND. © Shinn.

Otros países afectados no han sufrido tanto como Tailandia, pero las pérdidas siguen siendo significativas. En Vietnam, por ejemplo, AHPND ha causado una pérdida de \$2.560 millones desde su primera aparición en 2011. Muchos países productores de camarón afectados por AHPND todavía se están recuperando del brote y muchos otros países no afectados están implementando medidas de prevención para detener su propagación.

Aprendiendo de Tailandia

Como país productor de camarones que sufrió el mayor golpe, Tailandia todavía se está recuperando del brote de EMS/AHPND. Los acuicultores de Tailandia han comenza-

do a cambiar sus prácticas agrícolas para contrarrestar la infección bacteriana por *Vibrio* spp. y prevenir otro brote.

Se ha desarrollado un nuevo diseño de granja intensiva, cuyo objetivo es mantener limpio el fondo del estanque. El nuevo diseño se basa en sistemas de recirculación y flujo continuo, con cuatro componentes importantes (Figura 4):

- Aumento de las áreas de tratamiento de agua.
- Estanque de crecimiento más pequeño.
- Desagüe central/"toilet".
- Mayor aireación.

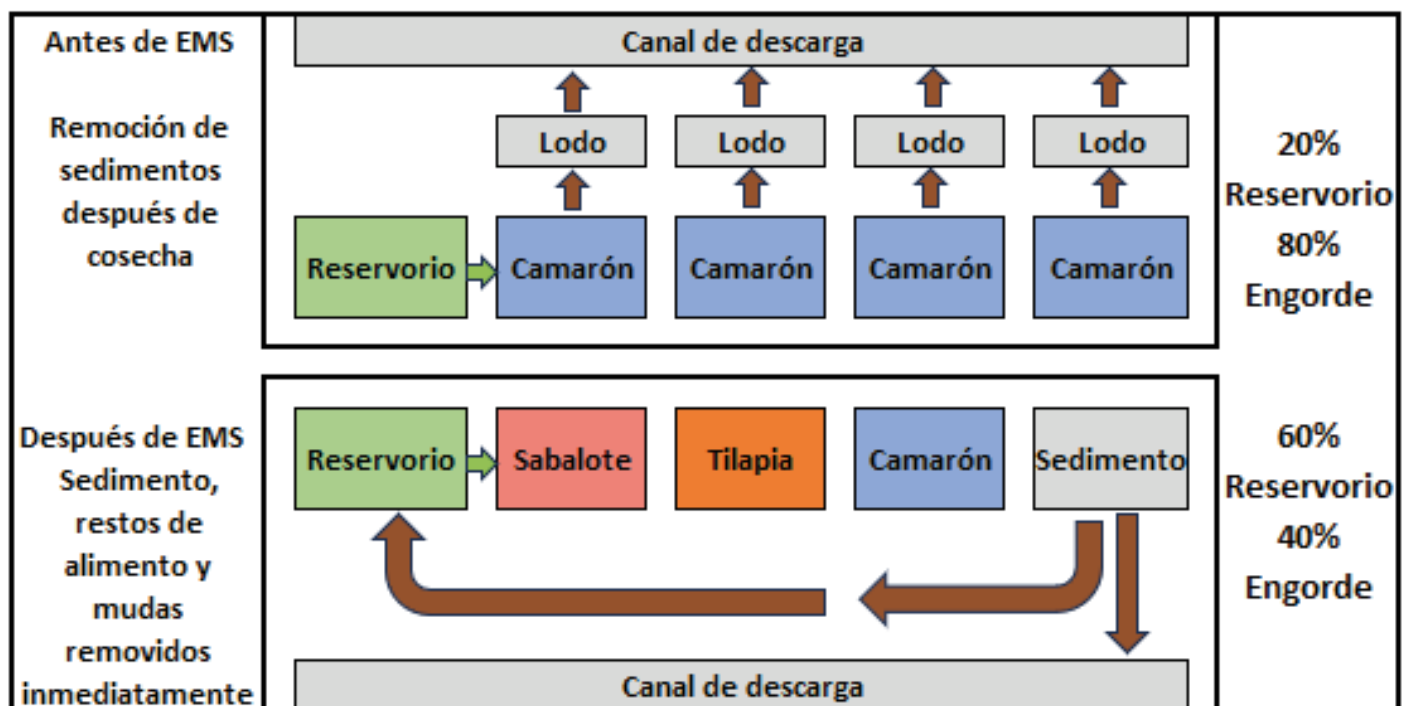


Figura 4. Comparación del diseño de la granja antes y después de EMS/AHPND en Tailandia.
© Kawahigashi.

La proporción de reservorios a estanques de engorde ha cambiado drásticamente de 20:80 a 60:40%. El aumento del volumen de los reservorios proporciona más almacenamiento de agua y hace posible un mayor recambio de agua, lo que ayuda a minimizar los riesgos de enfermedades y a gestionar la calidad del agua. Con el apoyo del policultivo de tilapia y/o sabalote, el agua de las áreas de pretratamiento se transfiere a los estanques de tilapia o sabalote, que son sembrados con peces a una densidad de 1-2 kg/m². Ambos organismos pueden ayudar a mantener una buena calidad del agua y mejorar la calidad de los sedimentos mediante el pastoreo de desechos orgá-

nicos en el agua.

Luego, el agua se transfiere al estanque de crecimiento, que está equipado con revestimientos de plástico HDPE que se utilizan para evitar la erosión del fondo del estanque debido a la alta aireación. El tamaño del estanque de engorde se reduce para optimizar el proceso de oxigenación mientras se utiliza eficientemente el movimiento del agua para empujar el sedimento hacia el "toilet" del estanque. La superficie reducida, de un promedio de 8.000 a 1.500 m², o incluso tan pequeños como 500 m², se compensa con una columna de agua de hasta 3

metros de profundidad, para proporcionar una mayor densidad de población.

Mientras tanto, los drenajes centrales de los estanques se utilizan para recolectar sedimentos para que puedan eliminarse fácilmente. El área de superficie recomendada para un "toilet" es del 5 al 7 por ciento del área total del estanque. Los fondos del estanque deben tener una pendiente de 25 a 30 grados y estar revestidos con plástico para que el sedimento pueda ser drenado más fácilmente. Se necesita aireación continua para asegurarse de que el sedimento sea empujado hacia el "toilet". El presupuesto de energía para la aireación puede variar, dependiendo de la profundidad y el área del estanque, pero lo habitual es de alrededor de 70 a 100 caballos de fuerza (hp) de energía por hectárea.

Cuando finaliza el ciclo de cultivo, el agua se transfiere nuevamente al área de pretratamiento. Esto con el fin de reducir el uso de agua nueva que pueda tener una alta carga de patógenos. Como resultado, reduce el riesgo de propagación de patógenos desde fuentes externas, así como el volumen de salida de efluentes. También aumenta la sostenibilidad de la granja.

Como se ve en la **Figura 5**, la producción de camarones de Tailandia está creciendo. Estos nuevos sistemas requieren inversión en infraestructura y mejores equipos de gestión. Esta transición toma tiempo y requiere un consenso nacional significativo y apoyo fiscal, lo que ha llevado a la consolidación de la industria. Cabe señalar que Tailandia tiene otras condiciones, como la estructura fiscal y de la industria nacional, que han limitado aún más la expansión del sector posterior al EMS.

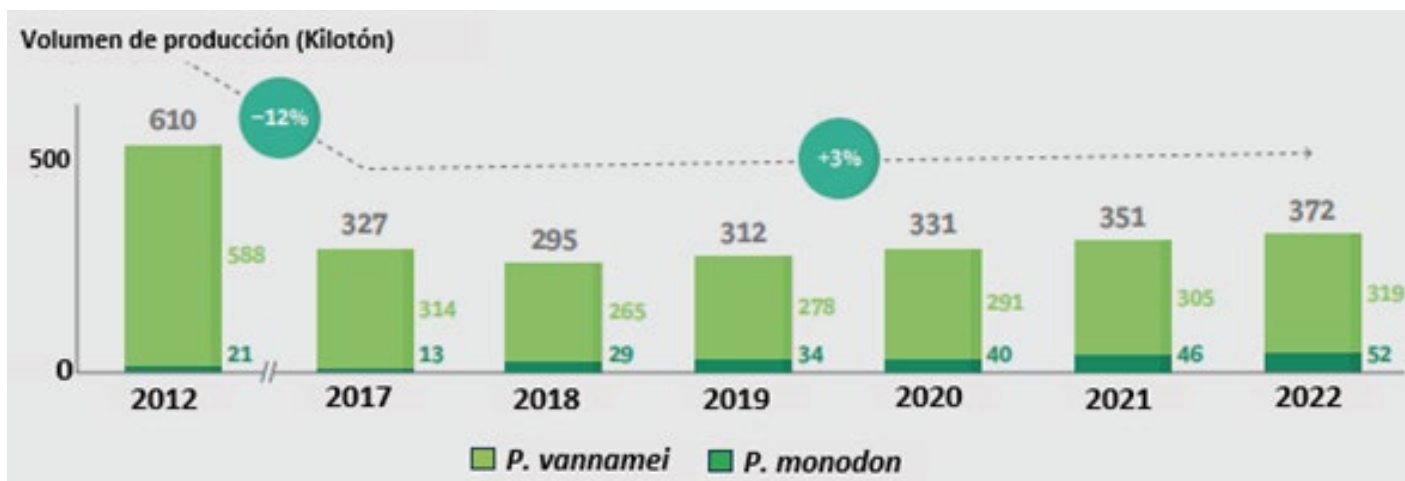


Figura 5: Mercado de producción de camarón de Tailandia, 2012-2022. © BCG.

Mejores prácticas para gestionar EMS/AHPND

No existe una solución rápida para EMS/AHPND. Una vez que una granja está infectada, se requiere un plan de gestión cuidadosamente equilibrado. En el peor de los casos, los productores deben estar preparados para cosechar todos los estanques con poca antelación. Debe haber un fuerte compromiso por parte de todos los miembros del equipo para implementar estrictas medidas de bioseguridad y una fase de desinfección exhaustiva para controlar la enfermedad y evitar futuros brotes.

La bioseguridad es un concepto para prevenir la infección de enfermedades y evitar que la enfermedad se propague a través de las fronteras. Los dos enfoques

dominantes en las prácticas de bioseguridad son las medidas preventivas (la exclusión de patógenos) y las contramedidas que eliminan los patógenos. Podemos manejar EMS/AHPND previniendo su mayor propagación y brindando mejores condiciones para aumentar la resistencia de los camarones.

Estas son algunas de las mejores prácticas para gestionar EMS/AHPND en granjas infectadas, cubriendo todos los pasos de producción.

Preparación para el ciclo de producción

- Las PL deben derivarse de reproductores libres de AHPND. La salud general de las PL debe verificarse antes

de la siembra, incluso en las pruebas de estrés.

- Todas las instalaciones deben desinfectarse antes de la siembra. El uso de múltiples agentes desinfectantes ayuda a eliminar todos los vectores patógenos.
- El estanque de crecimiento debe estar revestido con plástico HDPE para facilitar la limpieza y el control.
- Antes de sembrar, los estanques deben estar completamente secos. El agua también debe acondicionarse durante 10 a 15 días antes de sembrar los camarones.
- Se debe implementar y revisar un plan completo de bioseguridad después de cada ciclo.
- Proteja la granja de especies externas, por ejemplo, mediante el uso de dispositivos de protección de cangrejos.
- Para evitar infecciones, el almacenamiento de agua debe hacerse en una sola área al mismo tiempo. Se recomienda almacenar agua que tenga menos de 1×10^3 UFC/ml de *Vibrio*, es decir, donde estas especies representen menos del 1 por ciento de la concentración total de bacterias.

Mitigación de EMS durante el engorde

- Los parámetros de calidad del agua, incluidos los niveles de pH, alcalinidad, salinidad, oxígeno disuelto (OD), nitrógeno amoniacal y sulfuro de hidrógeno, deben controlarse periódicamente.
- La salud de los camarones debe controlarse cada tres días, esto debe incluir controles de musculatura acalambada y hepatopáncreas.
- El régimen de alimentación debe ajustarse para evitar la sobrealimentación y se sugieren alimentos con un contenido de proteínas superior al 30 por ciento.
- El sedimento debe ser sifoneado regularmente.
- Se debe mantener una aireación adecuada.
- Los probióticos deben aplicarse con regularidad y

aumentarse cuando se produzcan situaciones de estrés o cambios de agua.

- Acordar regímenes de toma y salida de agua con todas las granjas del área para reducir la transferencia de patógenos entre granjas.
- A la primera señal de enfermedad, se debe implementar un plan de manejo. Cuando se sospeche la enfermedad, se debe utilizar una prueba de laboratorio confirmatoria.

El EMS puede ser una enfermedad devastadora, pero invertir en infraestructura, bioseguridad estricta y revisiones frecuentes de la gestión de la granja pueden ayudar a defenderse de la enfermedad y reducir su impacto.

Soluciones EMS a largo plazo: infraestructura y tecnología

Mantener el equipo y la infraestructura adecuados en la granja facilitará el mantenimiento de la bioseguridad y la defensa contra patógenos, lo que dará como resultado rendimientos financieros más estables. La infraestructura necesaria para mantener la bioseguridad y la defensa contra patógenos incluye revestimiento con HDPE, estaciones de lavado de pies, vehículos y manos, así como cercas y redes para evitar que personas y animales ingresen a la granja.

Otra infraestructura importante incluye entradas y salidas de agua, un drenaje central, estanques de pretratamiento con un volumen de al menos del 30 por ciento de los estanques de crecimiento, postratamiento, 10 hp de aireación por 1000 m² con buena corriente, etapas de precría, instalaciones de almacenamiento y un laboratorio básico en el sitio para disección y pruebas de agua.

También existen tecnologías emergentes que pueden ofrecer una detección avanzada y permitir una mejor gestión de los patógenos. Existen empresas que están evolucionando rápidamente en lo que respecta a la detección de enfermedades y ofrecen una nueva forma de detectar patógenos a través de prácticos kits de análisis. La prueba puede detectar la enfermedad hasta 10 días antes de los signos clínicos y las muertes posteriores, lo que les da a los productores un tiempo precioso para decidir las estrategias de mitigación adecuadas lo antes posible y reducir el riesgo de un brote.

Avanzando desde EMS

El EMS puede ser una enfermedad devastadora, pero, como se ha demostrado en Tailandia y Vietnam, la inversión en infraestructura, bioseguridad estricta y revisiones frecuentes de la gestión de la granja pueden ayudar a defenderse de la enfermedad y reducir su impacto si ingresa a la granja. La industria debe adoptar una visión

proactiva y preventiva de EMS/AHPND como debería hacerlo con todos los patógenos, conocidos y desconocidos. Al planificar para lo peor y operar para lo mejor, los productores tienen más posibilidades de producir cultivos exitosos, incluso en áreas con alta prevalencia de enfermedades.

Puede acceder a la versión original en inglés a través del siguiente enlace:

<https://acortar.link/buHiFd>



Controle el estrés y las enfermedades para ayudar a los camarones a prosperar.

Motiv es una novedosa proteína bioactiva, que crea un mejor ambiente en el intestino del camarón, reduce el estrés, promueve la resistencia a las enfermedades y la supervivencia. Al aumentar la absorción de energía de toda la dieta, Motiv también promueve el crecimiento, la salud y el color vibrante. Un mejor intestino conduce a mayores ganancias y rentables cosechas.



Claudio Paredes
Aquaculture Global Sales Director
Claudiop@cargill.com
+1-402-237-3704

MOTIV™

a Cargill product

LA TRANSFORMACIÓN AZUL

Equipo editorial de la SVA



Una realidad desafiante

La alimentación es una necesidad diaria y un derecho humano fundamental. Sin embargo, tres mil millones de personas en todo el mundo no pueden permitirse una dieta saludable; por el contrario, otros comen, y con demasiada frecuencia, el tipo de comida equivocado.

Si bien el hambre y la desnutrición afectan actualmente a los más pobres y vulnerables en muchas partes del mundo, la obesidad y las carencias de micronutrientes también están muy extendidas en los países desarrollados. Nuestros sistemas alimentarios son frágiles y no ofrecen dietas saludables, sostenibles y equitativas para todos.

¿Por qué es esto?

El reciente aumento de la población mundial, la mayor riqueza y el desarrollo han llevado a una mayor demanda de alimentos y un cambio en las preferencias dietéticas, basadas en sistemas alimentarios más intensivos en recursos. Los impactos relacionados con el clima, el COVID-19

y la degradación ambiental han exacerbado una situación ya compleja, sometiendo a los sistemas alimentarios a una mayor presión.

Esto tiene un costo para nuestra salud y el bienestar de nuestro planeta: nuestros sistemas alimentarios representan más de un tercio de las emisiones de gases de efecto invernadero, utilizan hasta el 70 por ciento del agua dulce del planeta y son responsables de una pérdida significativa de biodiversidad.

Existe una creciente presión pública por una respuesta urgente, y el compromiso de la Cumbre de Sistemas Alimentarios de la ONU para transformar nuestros sistemas alimentarios que demandan un nuevo enfoque. Necesitamos cambiar urgentemente la forma en que producimos, procesamos, comercializamos y consumimos nuestros alimentos. La producción sostenible de alimentos es clave para revertir las tendencias actuales y debe ser parte de esta transformación.



Una poderosa solución

Los alimentos acuáticos ya están contribuyendo a las mejoras dietéticas, pero se espera más de ellos no solo como fuente de proteínas, sino como un proveedor único de ácidos grasos omega-3 y micronutrientes biodisponibles. Su gran diversidad biológica, la mayor eficiencia de sus sistemas productivos, su menor huella ambiental y sus menores emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con los sistemas productivos terrestres, sustentan estas expectativas.

Los alimentos acuáticos también son más accesibles para muchas comunidades vulnerables, al tiempo que respaldan las vidas y los medios de subsistencia de aquellas comunidades que dependen de la pesca y la acuicultura. Pero, si queremos que la producción de alimentos acuáticos contribuya a sistemas alimentarios acuáticos sostenibles y amigables con la naturaleza, la transformación es esencial.

Para crear una transformación genuina, lo que llamamos Transformación Azul, necesitamos soluciones técnicas adecuadas, políticas adecuadas y asociaciones innovadoras que apoyen y promuevan el desarrollo sostenible a largo plazo. Ya existen prácticas y técnicas prometedoras;

éstas podrían aprovecharse para acabar con el hambre y la desnutrición mientras se amortiguan los impactos del cambio climático y se crean soluciones equitativas y resilientes.



La visión de la Transformación Azul

La Transformación Azul describe una visión para expandir los sistemas alimentarios acuáticos y aumentar su contribución a dietas saludables nutritivas y asequibles para los más vulnerables, al tiempo que fomenta el crecimiento equitativo, especialmente para aquellas comunidades que dependen de la pesca y la acuicultura sin dejar a nadie atrás.

La transformación azules:

Un futuro equitativo



Los sistemas alimentarios acuáticos sostenibles pueden respetar los derechos y los ingresos de las comunidades dependientes y garantizar resultados más equitativos.

Una solución práctica



La recolección y la producción sostenible de alimentos acuáticos brinda a las personas una nutrición asequible y dietas saludables, al mismo tiempo que mantienen una huella ambiental baja.

Una apuesta por la resiliencia



Los sistemas alimentarios acuáticos sostenibles ayudan a abordar los impactos humanos y ambientales en los recursos acuáticos, como la pérdida de biodiversidad o la crisis climática.

Innovación y eficiencia



Los sistemas alimentarios acuáticos sostenibles y eficientes pueden aumentar el acceso a alimentos seguros y nutritivos, reduciendo la pérdida y el desperdicio en toda la cadena de valor a través de prácticas innovadoras o tecnologías novedosas.



Haciendo realidad la Transformación Azul

La Transformación Azul se logrará mediante la acción en tres áreas principales:

- 1.** Promover la intensificación y expansión sostenible de la acuicultura para responder a la creciente demanda mundial de alimentos acuáticos. Resultado: La producción acuícola sostenible crece al menos un 35 % para 2030, especialmente en las regiones con déficit de alimentos.
- 2.** Garantizar la gestión sostenible de todas las pesquerías para generar poblaciones saludables, restaurar ecosistemas y asegurar medios de vida equitativos para todos. Resultado: el 100 % de la pesca marina y continental está bajo una gestión eficaz y se erradica la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada.
- 3.** Apoyar la mejora de las cadenas de valor acuáticas para mejorar los resultados sociales, económicos y ambientales de los sistemas alimentarios acuáticos.

Resultado: la pérdida y el desperdicio de alimentos se reducen a la mitad para 2030, se garantiza una mayor transparencia y trazabilidad de las cadenas de valor para mejorar el acceso a los mercados y retornos más inclusivos y con equidad de género.



Implementación

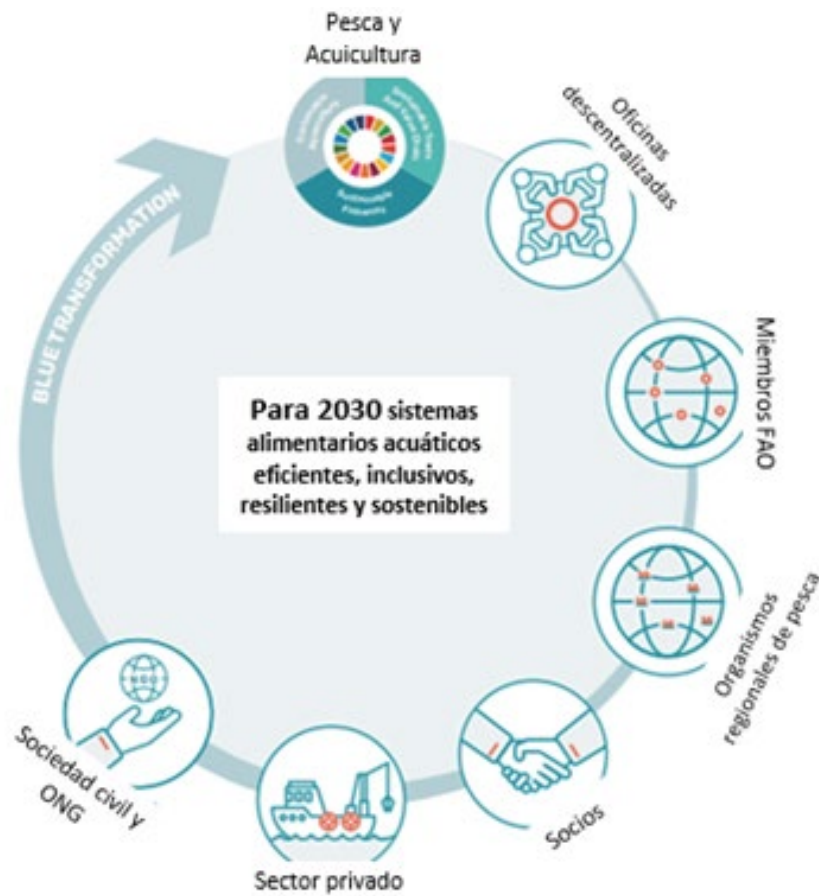
La Transformación Azul no se puede lograr sin alianzas innovadoras. Requiere un compromiso de los socios internacionales, los gobiernos nacionales y locales, las

comunidades locales y el sector privado, para trabajar juntos hacia sistemas alimentarios acuáticos sostenibles y más relevantes. Con el enfoque correcto y la acción unida, podemos marcar una diferencia significativa.

La FAO se encuentra en una posición privilegiada para impulsar la Transformación Azul aprovechando solucio-

nes basadas en la ciencia e iniciando un diálogo sobre políticas de los sistemas acuáticos que crearán un mundo en el que el uso responsable y sostenible de los recursos pesqueros y acuícolas haga una contribución genuina al bienestar humano, la alimentación seguridad y alivio de la pobreza.

La Transformación Azul requiere la colaboración y la participación de todos los actores clave.



CALIDAD DEL SUELO PARA EL CULTIVO DE CAMARÓN: INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS DEL SUELO

Luis Otavio Brito da Silva¹; Agatha Catharina Limeira¹; Bruno Roberto de Siqueira Cavalcanti¹; Danielle Alves da Silva¹; Dijaci Araújo Ferreira²; Eugênio Lucena Amâncio Carmo da Silva¹; Gênisson Carneiro Silva¹; Priscilla Celes Maciel de Lima¹; Reginaldo Florêncio da Silva Júnior³.

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca e Aquicultura, Laboratório de Carcinicultura.

²Universidade Federal Rural de Pernambuco, Colégio Agrícola Dom Agostinho Ikas da UFRPE.

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco Campus Vitória de Santo Antão.

El uso de correctivos y/o fertilizantes orgánicos y minerales en el suelo aportan nutrientes y minerales que favorecen las propiedades fisicoquímicas de los suelos y su actividad biológica. Entre los miembros que conforman la microbiota que reside en el fondo de las lagunas, conocidos como bentos, destacan bacterias, algas, invertebrados, entre otros. Dichos organismos son utilizados como alimento por peces y camarones de cultivo, además de actuar en el intercambio de gases, la productividad primaria y secundaria, la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes.

Así, el análisis químico del suelo en acuicultura tiene como principio la determinación de los contenidos de nutrientes y/o minerales que pueden influir directamente en la degradación de la materia orgánica, la producción de sustancias tóxicas y la disponibilidad de macro y micro minerales. Para un buen análisis y consecuentemente una buena interpretación de los resultados, inicialmente debemos recolectar muestras de suelo según sus características físicas y realizar procedimientos calificados o enviar a laboratorios certificados. Los contenidos de nutrientes y/o minerales obtenidos se comparan con valores de referencia para suelos en cultivos acuáticos marinos, salobres y oligohalinos, permitiendo así el cálculo

de la recomendación de nutrientes y/o minerales para mejorar la fertilidad del suelo.

Interpretación

Los siguientes son cuatro resultados del análisis químico del suelo del cultivo de camarón marino en aguas estuarinas y oligohalinas, que se utilizarán como referencia para facilitar la comprensión de la interpretación del análisis químico del suelo.

Unidades internacionales de variables químicas del suelo

Uno de los primeros pasos para una correcta interpretación del análisis de suelos es el conocimiento sobre las unidades internacionales (IG) utilizadas en los informes. La mayoría de los informes se expresan en unidades internacionales, que difieren de las unidades de la mayoría de los artículos y manuales de recomendaciones de calidad del suelo para la acuicultura, lo que dificulta la interpretación de los resultados. Por lo tanto, es importante conocer las unidades de conversión de IG a las descritas en la literatura (**Tabla 1**).

| A = Unidad | B =Factor de multiplicación | C = A x B | C = Unidad |
|-------------------------|------------------------------------|------------------|-----------------------|
| meq/100 ml | 1 | | Cmolc/dm ³ |
| meq/100 ml | 10 | | mmolc/dm ³ |
| meq/100 g | 1 | | Cmolc/dm ³ |
| meq/100 g | 10 | | mmolc/dm ³ |
| meq/100 cm ³ | 1 | | Cmolc/dm ³ |
| meq/100 cm ³ | 10 | | mmolc/dm ³ |
| ppm | 1 | | mg/dm ³ |
| ppm | 1 | | mg/kg |
| % | 10 | | g/dm ³ |
| % | 10 | | g/kg |

Tabla 1. Unidades utilizadas en los informes de resultados de análisis de suelos.

Meq/L o meg/mL: Se define como el número de equivalentes (Eq) de soluto contenido en 1 litro de solución o el número de miliequivalentes (mEq) contenidos en 1 mililitro de solución.

cmolc/dm³: centimol de carga por decímetro cúbico.

mmolc/dm³: milimol de carga por decímetro cúbico.

La **Tabla 2** presenta el análisis de suelo de cuatro estanques utilizados para la producción de camarón *Litopenaeus vannamei*. De esta manera, transformaremos las unidades de los informes de análisis.

| Variables | Resultado de las muestras | | | |
|---|----------------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| | Baja salinidad | | Agua salada | |
| | Laguna 1 | Laguna 2 | Laguna 3 | Laguna 4 |
| Tiempo de operación | < 5 años | < 5 años | > 5 años | > 5 años |
| pH (en agua) | 6,70 | 6,20 | 7,71 | 7,12 |
| Materia Orgánica Total (%) | 0,40 | 0,69 | 5,89 | 6,04 |
| Nitrógeno (ppm)* | - | - | 3080 | 2410 |
| Sodio (ppm) | 220,00 | 144,00 | 8.609 | 19.316 |
| Fósforo (ppm) | 3,00 | 4,00 | 115 | 280 |
| Potasio (ppm) | 57,00 | 96,00 | 1.463 | 976 |
| Calcio (cmol_c/dm³) | 3,0 | 1,4 | 15,62 | 10,56 |
| Magnesio (cmol_c/dm³) | 3,9 | 2,2 | 37 | 25,75 |
| Aluminio (ppm) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Hierro (ppm) | 422,1 | 400,8 | 5.714,69 | 3.412,31 |
| Azufre (ppm)* | - | - | - | - |

Tabla 2. Análisis de nutrientes, materia orgánica total y pH del suelo en estanques destinados a la acuicultura, con agua salada y baja salinidad.

*Variables no realizadas por el laboratorio. Estas situaciones ocurren debido a la falta de información sobre las variables del suelo que son importantes para comprender la influencia en la fertilidad del suelo para la producción de camarón marino.

Los valores de calcio (Ca^{2+}) y magnesio (Mg^{2+}) se expresan en centimol de carga por decímetro cúbico (cmolc/dm^3). Para la conversión de estos valores a mg/kg , primero se debe calcular el equivalente de centimol de carga por decímetro cúbico (cmolc/dm^3) del nutriente en gramos. Esta asociación se determina dividiendo la masa atómica del elemento deseado en gramos por la valencia. Finalmente, uno debe dividir el resultado por 100.

$$\text{Masa atómica (Ca}^{2+}) = 40,08\text{g}$$

$$\text{Cmol (Ca}^{2+}) = (\text{masa atómica (grama) / valencia) / 100}$$

$$\text{Cmol (Ca}^{2+}) = (40,08 / 2) / 100 = 0,2004\text{g}$$

$$\text{Masa atómica (Mg}^{2+}) = 24,30\text{g}$$

$$\text{Cmol (Mg}^{2+}) = (\text{masa atómica (grama) / valencia) / 100}$$

$$\text{Cmol (Mg}^{2+}) = (24,30 / 2) / 100 = 0,1215\text{g}$$

Sabiendo esto, y tomando como base los factores de multiplicación, el siguiente paso es transformar todas las unidades de los valores en unidades de peso (mg , g y kg), teniendo en cuenta que:

$$\text{mg/dm}^3 = \text{mg/kg} = \text{mg/L} = \text{ppm}$$

$$1 \text{ cmolc de Ca} = 200,4 \text{ mg}$$

$$1 \text{ mmolc de Ca} = 20,04 \text{ mg}$$

$$1 \text{ cmolc de Mg} = 121,5 \text{ mg}$$

$$1 \text{ mmolc de Mg} = 12,15 \text{ mg}$$

Para Calcio:

- Estanque 1: 3 cmolc/dm^3 :

$$3 * 200,4\text{mg} = 601,2 \text{ mg Ca/kg} = 601,2 \text{ ppm Ca}$$

- Estanque 2: 1,4 cmolc/dm^3 :

$$1,4 * 200,4\text{mg} = 280,6 \text{ mg Ca/kg} = 280,6 \text{ ppm Ca}$$

- Estanque 3: 15,62 cmolc/dm^3 :

$$15,62 * 200,4\text{mg} = 3.130,2 \text{ mg Ca/kg} = 3.130,2 \text{ ppm Ca}$$

- Estanque 4: 10,56 cmolc/dm^3 :

$$10,56 * 200,4\text{mg} = 2.116,2 \text{ mg Ca/kg} = 2.116,2 \text{ ppm Ca}$$

Para Magnesio:

- Estanque 1: 3,9 cmolc/dm^3 :

$$3,9 * 121,5\text{mg} = 473,8 \text{ mg Mg/kg} = 473,8 \text{ ppm Mg}$$

- Estanque 2: 2,2 cmolc/dm^3 :

$$2,2 * 121,5\text{mg} = 267,3 \text{ mg Mg/kg} = 267,3 \text{ ppm Mg}$$

- Estanque 3: 37 cmolc/dm^3 :

$$37 * 121,5\text{mg} = 4.495,5 \text{ mg Mg/kg} = 4.495,5 \text{ ppm Mg}$$

- Estanque 4: 25,75 cmolc/dm^3 :

$$25,75 * 121,5\text{mg} = 3.128,6 \text{ mg Mg/kg} = 3.128,6 \text{ ppm Mg}$$

Recomendaciones sobre la calidad del suelo en el cultivo de camarón

Después de transformar las unidades, se observan los valores obtenidos comparándolos con la tabla de referencia para el suelo en diferentes situaciones de cultivo de camarón (Tabla 3).

| Variables | Recomendación de nutrientes y minerales en el suelo | |
|----------------------------|---|-------------|
| | Salobre y marina | Oligohalina |
| pH | 6 – 8 | 6 - 8 |
| Carbono orgánico (%) | 1 - 2,5 | 1 - 2,5 |
| Materia orgánica (%) | 2-4 | 2-4 |
| Nitrógeno (mg/kg) | 400-700 | 300-400 |
| Sodio (mg/kg) | > 7.000 | > 100 |
| Fósforo (mg/kg) | 40 – 60 | 20-40 |
| Potasio (mg/kg) | >400 | > 80 |
| Calcio (mg/kg) | > 3.000 | > 1.200 |
| Magnesio (mg/kg) | > 1.500 | > 140 |
| Aluminio (mg/kg) | < 100 | < 100 |
| Hierro (mg/kg) | < 750 | < 200 |
| Azufre (mg/kg) | < 500 | < 250 |
| Relación C/N | 10-20 | 10-20 |
| % CaCO_3 (%) | > 4,0 | > 1,5 |
| Potencial redox - ORP (mV) | > 200 | > 200 |

Fuente: Boyd (1995); Avnimelech y Ritivo (2003); Saraswathy *et al.* (2018).

Tabla 3. Recomendaciones de nutrientes del suelo para granjas de camarones marinos.

Estanques de baja salinidad

La materia orgánica en los estanques 1 y 2 se presenta con valores reducidos, ya que son unidades de cultivo con poco tiempo de uso. Los valores de pH están dentro del rango recomendado, sin embargo, los valores de calcio (Ca^{2+}) y magnesio (Mg^{2+}) para estos estanques exigen el aumento de equivalentes de CaCO_3 en el suelo. En relación con el aluminio (Al^{3+}), los valores están dentro de lo recomendado, sin embargo, en relación con el hierro es necesario reducir la biodisponibilidad con la adición de CaCO_3 equivalente. Para aumentar el equivalente de carbonato de calcio en el suelo sugerimos usar piedra caliza y / o *Lithothamnium*, porque el uso de óxido de calcio e hidróxido de calcio (solo en casos de problemas con enfermedades), puede aumentar el pH y así aumentar la biodisponibilidad de azufre, agregando a la degradación de la materia orgánica anaeróbica, lo que puede causar un aumento del H_2S .

Dependiendo del conocimiento de la cantidad necesaria, se calcula el número de insumos a utilizar. Sin embargo, es importante tener el conocimiento de que los diferentes tipos de suelo requieren correcciones compatibles con el perfil de profundidad de la materia orgánica.

Teniendo en cuenta esto, se calculará la cantidad de piedra caliza que se utilizará para suelos arenoso-arcillosos (10 cm de profundidad).

1 hectárea = 10.000 m²; Volumen total: 1.000 m³ (10.000 m² x 10 cm);
1,0g/cm³ = 1,0 kg/dm³ = 1,0 t/m³; 1kg = 1dm³; 1m³ = 1.000 dm³.

Para el Calcio:

Calcio: 883,8 mg/kg de suelo (3.000 mg Ca/kg - 2.116,2 mg Ca/kg)
Entonces: 1.000m²/ha = 1.000.000 dm³/ha = 1.000.000kg/ha

883,8 mg ----- 1 kg de suelo

x ----- 1.000.000 kg/ha

X = 883,8 kg Ca/ha

Para la corrección del calcio usaremos piedra caliza, pero primero debemos definir cuál.

Clasificación de las calizas:

- o **Calcítica: 1% a 5% de MgO y 45% a 55% de CaO;**
- o **Magnesiána: 5% a 12% de MgO y 40% a 42% de CaO;**
- o **Dolomítica: 13% a 21% de MgO y 25% a 35% de CaO.**

Fuente: Primavesi y Primavesi (2004).

En este caso, tomaremos como ejemplo cal calcítica con 45% de CaO, pero para saber la cantidad de caliza calcítica a utilizar, hay que encontrar el porcentaje de calcio presente en el producto.

Masa atómica:

Ca²⁺ = 40

O = 16

Total = 56

Ca²⁺ = 40/56 = 0,714

La relación Ca²⁺/CaO es igual a 1/0,714 = 1,4

Ahora, sabiendo que el valor de 1,4 transforma Ca²⁺ en CaO y viceversa y la relación del peso molecular, se calcula como la cantidad de cal calcítica necesaria.

Ca²⁺ = CaO / 1,4

Ca²⁺ = 45 / 1,4 = 32,1%

Cal calcítica kg/ha = 883,8 / 0,321 \cong 2.762 kg

Nota: En estanques con deficiencias de calcio (Ca^{2+}) y magnesio (Mg^{2+}), se recomienda utilizarlos de acuerdo a las concentraciones de MgO y CaO de cada producto.

Estanques de agua salada

La materia orgánica en los estanques 3 y 4 presentó valores superiores al 4% y carbono orgánico superior al 3%, indicando exceso de carbono en el suelo, además de valores altos de nitrógeno y hierro. Los valores de azufre fueron descuidados, sin embargo, cuanto mayor es la materia orgánica, mayor es la concentración de sulfato en el suelo, que puede degradarse anaeróbicamente, causando la aparición de H_2S y mortalidad de camarones.

Cuando la relación C/N (carbono: nitrógeno) está por encima de la proporción recomendada, podemos añadir nitrógeno al suelo, preferiblemente nitratos, debido a su composición química, que libera oxígeno. La presencia de oxígeno favorece la descomposición de forma aeróbica, sin embargo, en vista de los altos niveles de nitrógeno y fósforo en estos estanques, la aplicación de nitrógeno puede causar un crecimiento inadecuado del fitobentos, aumentando la demanda bioquímica de oxígeno en la interfaz agua-suelo. En esta situación, el mayor tiempo

de exposición al oxígeno atmosférico para la oxidación de la materia orgánica de forma aeróbica, mejora las condiciones redox del suelo. Una estrategia es llenar los estanques con aproximadamente 10 cm de agua, agregar los microorganismos biorremediadores, mantener el nivel del agua entre 5 y 10 días y luego desecharla. El procedimiento se puede realizar por segunda vez antes del inicio del cultivo.

Sugerencias para mantener la calidad del suelo de los estanques

1. Análisis e interpretación del análisis del suelo;
2. Rotación del suelo y exposición solar de 5 a 10 días para mejorar la textura del suelo y una mayor descomposición de la materia orgánica por bacterias aeróbicas. El giro permite una mayor aireación del suelo en relación al periodo de descanso, favoreciendo la acción de las bacterias;
3. Mantenimiento del pH en un rango ligeramente alcalino (propicia un ambiente más favorable para el crecimiento microbiano, favoreciendo la descomposición y mineralización de la materia orgánica de los sedimentos; reduce la capacidad que el lodo tiene para absorber nutrientes, especialmente fosfatos inorgánicos;

4. Corrección de la relación carbono/nitrógeno 10-20:1 mediante la aplicación de nitrato o fuentes de carbono orgánico (la corrección de la relación carbono/nitrógeno estimula el crecimiento de microorganismos que consumen materia orgánica y la transforman en compuestos menos tóxicos. Los nitratos además de ser una fuente de nitrógeno, liberan oxígeno en el ambiente, que puede ser utilizado por las bacterias que se encuentran en el fondo de las lagunas evitando la oxidación de forma anaeróbica);

5. Desestratificación de la columna de agua por medio de aireación, evitando zonas anóxicas en el fondo del estanque (las aguas superficiales con temperaturas más altas tienen más oxígeno disuelto debido a la fotosíntesis, mientras que las aguas del fondo de los estanques más fríos tienen bajos niveles de oxígeno disuelto y acumulan compuestos de nitrógeno y carbono);

6. Uso de microorganismos biorremediadores en el suelo (herramienta indispensable en el tratamiento de suelos de estanques, con una correlación directa entre la capacidad de degradación de la materia orgánica y las cepas y concentraciones aplicadas, además de las condiciones químicas del suelo, principalmente pH y relación C:N).

ZEIGLER
nutrition through innovation

Productividad

¡La nueva dieta larval impulsada con excelente desempeño que mejora la productividad agregando un valor superior!

Una dieta larval optimizada en nutrientes para un desempeño superior.

- Ingredientes altamente digestibles y atractivos para promover un rápido crecimiento.
- Formulada y fabricada para maximizar la eficiencia de las proteínas y la calidad del agua.
- Contiene *Vpak* (Vitality Pak) para mejorar la salud de los animales y resistencia a las enfermedades.
- Bioseguro y está certificado libre de patógenos.
- No contiene proteínas de animales terrestres.
- Conservado con nitrógeno y con empaques a prueba de manipulaciones para la seguridad y estabilidad del producto.



SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN EN LA ACUICULTURA. PARTE 3 – CALIDAD DEL AGUA EN LOS RAS: SEGUIMIENTO Y CORRECCIÓN

Fernando Kubitza, Ph.D

Acqua Imagem Servicios en Acuicultura

email: fernando@acquaimagem.com.br



¿Qué ejerce presión sobre la calidad del agua en los RAS?

Los desafíos de la calidad del agua en un RAS comienzan cuando los peces se siembran y empiezan a ser alimentados. Los peces y las bacterias requieren oxígeno para la respiración y continuamente excretan dióxido de carbono.

Proporcionar aireación/oxigenación del agua es esencial para mantener niveles adecuados de oxígeno. El dióxido de carbono excretado tiene que ser eliminado. Parte del dióxido de carbono se disipa a la atmósfera con la aireación que se proporciona en los tanques de cultivo, biofiltros y skimmers. Otra parte es asimilada por el sistema de amortiguamiento del agua, que actúa para establecer el equilibrio entre las concentraciones de dióxido de carbono con bicarbonato y carbonato en el agua. De ahí

la importancia de mantener una adecuada alcalinidad total del agua, además de niveles suficientes de calcio y magnesio (dureza total), que participan en dicho sistema de amortiguamiento. Oxígeno, dióxido de carbono, alcalinidad total y dureza del agua, por lo tanto, son parámetros importantes que deben ser supervisados y corregidos constantemente en un RAS.

Residuos sólidos: la excreción fecal de los peces aporta una gran cantidad de residuos sólidos al agua del sistema RAS. Como se discutió en artículos anteriores, es muy importante utilizar alimentos de alta calidad y digestibilidad para minimizar la excreción fecal. Hemos visto que entre un 20 y un 30% de la materia seca del alimento acaba siendo excretada en el agua del RAS en forma de heces. Y cuanto más tiempo estén estas heces en contacto con el agua del sistema, mayor será su impacto en la calidad de la misma. Por lo tanto, es necesario contar con tanques y equipos dimensionados adecuadamente para una rápida y eficiente remoción de los residuos sólidos, minimizando su impacto en la calidad del agua.

Origen y excreción del amoníaco (NH_3): El amoníaco es un compuesto tóxico para los peces y debe excretarse rápidamente de la sangre al agua. Más del 90% del amoníaco se excreta a través de las branquias por difusión simple o transporte activo. El resto se excreta en la orina (Figura 1). El amoníaco se origina a partir de los aminoácidos que componen la proteína en el alimento. Parte de los aminoácidos asimilados durante la digestión son utilizados por los peces para generar energía, lo que resulta en la formación de amoníaco. Los alimentos con desequilibrio de aminoácidos o con niveles excesivos de proteína y poca energía generan más amoníaco. Además, parte de la proteína ingerida (aminoácidos) acaba excretándose en las heces. Las bacterias presentes en el agua utilizan los aminoácidos excretados en las heces como fuente de energía y acaban generando más amoníaco. Filtros biológicos eficientes y bien dimensionados se encargan de oxidar el amoníaco generado durante el cultivo.

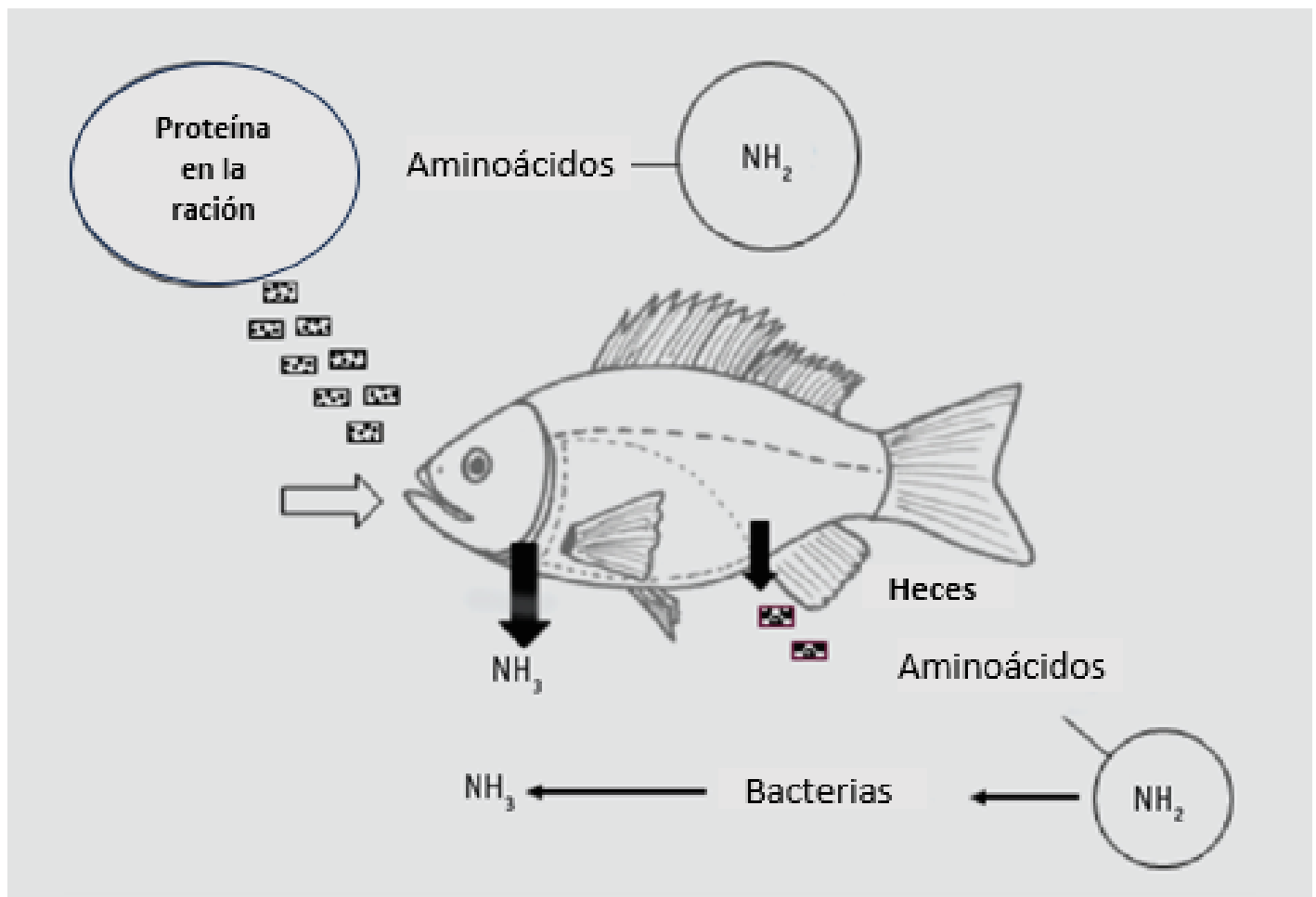


Figura 1 - El origen del amoníaco

El sistema de amortiguamiento químico del agua

El sistema de amortiguamiento o equilibrio del agua actúa para mantener la estabilidad química de esta, especialmente con respecto al pH y la concentración de dióxido de carbono libre (CO_2) en el agua. El sistema está formado por la alcalinidad total (que son las bases titulables presentes en el agua, incluidos los iones carbonato CO_3^{2-} , el bicarbonato HCO_3^- y el hidroxilo OH^-), y por la dureza total, en particular los iones calcio Ca^{2+} y magnesio

Mg^{2+} . Con el fin de criar peces en RAS, el sistema de amortiguamiento tiene tres funciones importantes: 1) minimizar la ocurrencia de cambios repentinos en el pH del agua; 2) impedir aumentos excesivos en la concentración de dióxido de carbono; 3) proporcionar iones de bicarbonato para el proceso microbiológico de oxidación de amoníaco a nitrato. El sistema de amortiguación se puede comprobar mediante análisis periódicos de la alcalinidad total y la dureza total del agua, y se puede corregir con la aplicación de cal hidratada, bicarbonato o carbonato sódico, cálcico o magnésico. La cal hidratada es más fácil de encontrar y menos costosa que otros carbonatos (Figura 2).

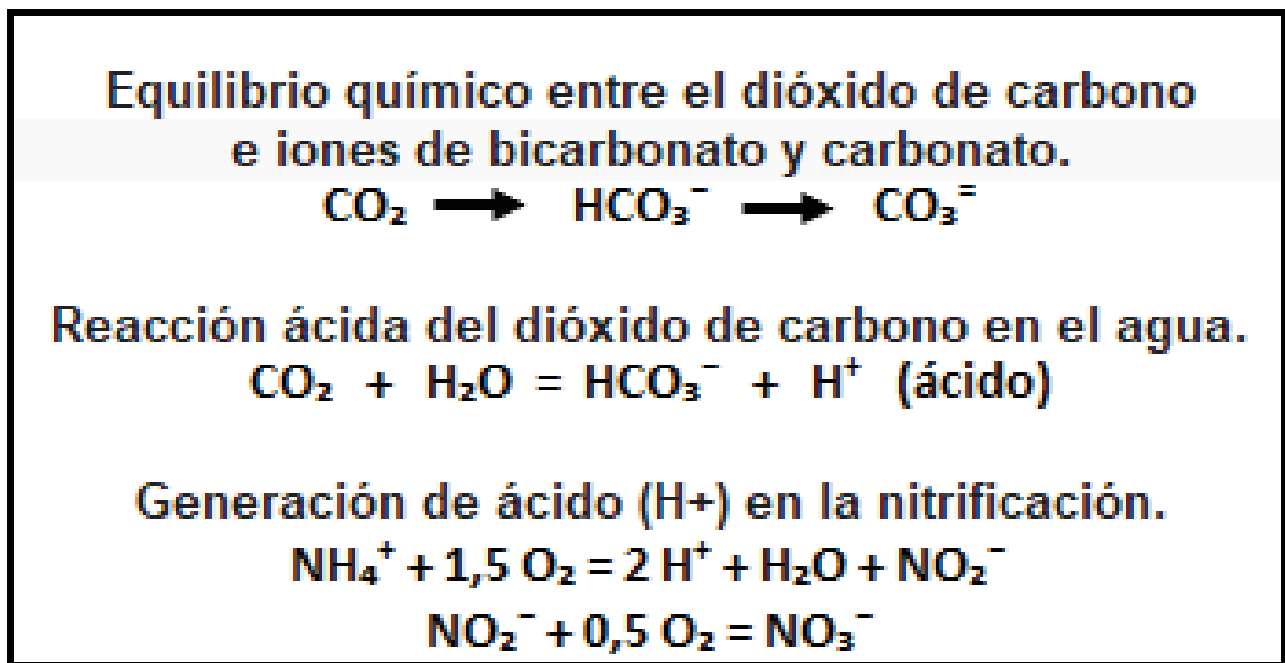


Figura 2 - Equilibrio entre dióxido de carbono (CO_2), bicarbonato (HCO_3^-) y carbonato (CO_3^{2-}), función realizada por el sistema amortiguador químico del agua. Generación de acidez con la reacción del dióxido de carbono en el agua y en el proceso de nitrificación.

La alcalinidad total es un componente importante del sistema de amortiguamiento del agua. El sistema busca mantener un equilibrio químico entre el dióxido de carbono y los iones bicarbonato (HCO_3^-) y carbonato (CO_3^{2-}) presentes en el agua. En RAS, la alcalinidad debe mantenerse cerca de 80 a 100 mg de CaCO_3/L . La respiración de los peces y las bacterias agrega continuamente dióxido de carbono al agua. El dióxido de carbono es ácido en el agua. En la transformación del amoníaco en nitrato (nitrificación), las bacterias utilizan bicarbonato y aun así

generan acidez, que también reacciona con la alcalinidad del agua, reduciendo gradualmente su valor. Por lo tanto, es necesario corregir (restaurar) continuamente la alcalinidad total del agua mediante la aplicación de cal hidratada o bicarbonato de sodio. Se recomienda monitorear la alcalinidad total del agua en un RAS al menos dos veces por semana. Y corregirlo con prontitud cuando sea necesario. Los kits de prueba específicos para acuicultura incluyen una prueba de alcalinidad total (generalmente una prueba volumétrica).

Dióxido de carbono (CO₂)

El gas carbónico en los RAS tiene los siguientes orígenes: a) la respiración de los peces; b) la respiración de los microorganismos (tanto los que degradan la materia orgánica como los que realizan la nitrificación en los distintos compartimentos del sistema, especialmente en los filtros biológicos); c) respiración del fitoplancton con aguas verdes. El dióxido de carbono tiene un efecto sedante y asfixiante en los peces. Las concentraciones

por debajo de 10 mg/L son deseables en RAS, mientras que las concentraciones por encima de 80 a 100 mg/L pueden ser letales para la mayoría de las especies cultivadas. El nivel de atención debe activarse cuando el CO₂ alcanza los 20 mg/L. La aireación ayuda a eliminar el exceso de dióxido de carbono presente en el agua, evitando que este gas alcance concentraciones perjudiciales para los peces. El exceso de dióxido de carbono también es asimilado por la alcalinidad total del agua. La **Figura 3** muestra algunos valores de referencia para niveles ideales y críticos de dióxido de carbono.

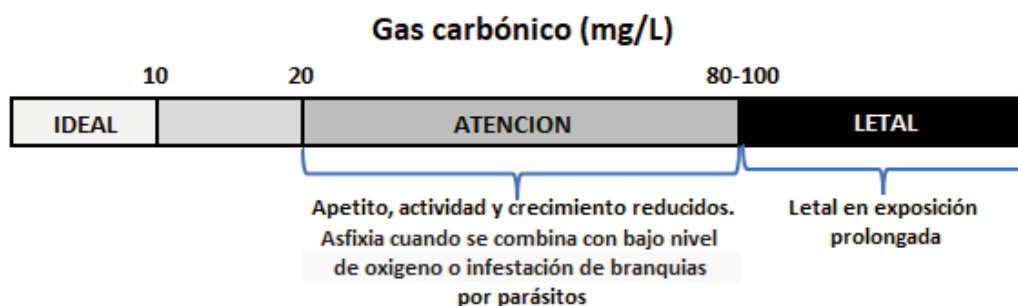


Figura 3 - Dióxido de carbono y sus concentraciones ideales, de atención y letales para los peces

El pH del agua

Los valores de pH deseables en un RAS están entre 7,0 y 8,0. Por encima de 8,0 o por debajo de 7,0 se necesita atención. Las bacterias del biofiltro funcionan mejor con un pH entre 8,0 y 8,5. Un pH muy alto (>8,5) aumenta considerablemente el riesgo de problemas de amoníaco. Los valores de pH extremos provocan molestias y perjudican el rendimiento de los animales. Valores por debajo de 5 y por encima de 11 son letales para la mayoría de los peces (**Figura 4**). El pH en el agua de un RAS debe monitorearse diariamente. Esto se hace con un medidor de pH o con pruebas colorimétricas. En algunas situaciones, la fuente de agua tiene un pH muy alto o muy bajo (agua de pozos, por ejemplo). Así que, al preparar el agua de un RAS para la siembra de los primeros

lotes de peces, puede ser necesario utilizar ácidos (para bajar el pH) o aplicar cal hidratada (para subir el pH), según la situación. Una vez que el RAS se inicia y se estabiliza, el pH y la alcalinidad total del agua tienden a disminuir gradualmente día a día. Esto ocurre debido al suministro continuo de dióxido de carbono con la respiración de peces y bacterias. El dióxido de carbono tiene una reacción ácida en el agua y hace que el pH baje poco a poco. En paralelo, también existe un consumo de alcalinidad (bicarbonato) y generación de acidez asociada al proceso de nitrificación en los biofiltros. Así, para mantener el pH y la alcalinidad total en niveles adecuados, es necesario realizar frecuentes aplicaciones de cal hidratada o bicarbonato sódico en el agua de un sistema RAS.

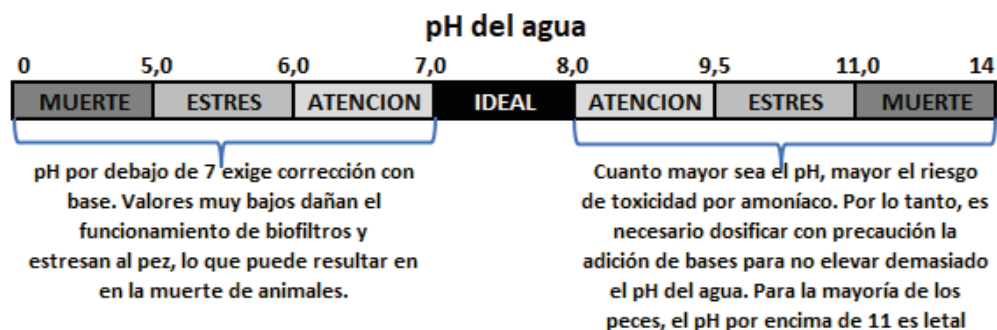


Figura 4 - El pH y sus valores ideales, de atención y letales para los peces.

Algunos RAS funcionan con agua verde, rica en microalgas. Con el proceso fotosintético de las algas, el pH sube a lo largo del día y puede llegar a valores superiores a 10. Esto, además de causar algunas molestias en muchas especies de peces, aumenta mucho el riesgo de toxicidad por amoníaco. Durante la noche, sin fotosíntesis, la intensa respiración de las microalgas aumenta la concentración de dióxido de carbono en el agua y provoca una caída del pH. Estas fluctuaciones diarias en el pH del agua, los altos niveles de dióxido de carbono y la toxicidad del amoníaco causan molestias y perjudican el rendimiento de los peces. El productor debe estar aún más atento al monitoreo de la calidad del agua en los RAS con agua verde.

pH y su efecto sobre la toxicidad del amoníaco

Cuando hacemos un análisis de agua con amoníaco, generalmente estamos midiendo el amoníaco total. El amoníaco total está compuesto por el ion amonio (NH_4^+) y el amoníaco no ionizado (NH_3). El amoníaco no ionizado (NH_3) es el componente tóxico del amoníaco total.

Cuanto mayor sea el pH del agua, mayor será el porcentaje de NH_3 sobre el amoníaco total (Tabla 1). A 28 °C y pH 7,0, sólo el 0,69% del amoníaco total está en forma de NH_3 . Sin embargo, el 87,4% del amoníaco total está en forma de NH_3 a pH 10,0.

| pH | Temperatura del agua °C | | | | | | | |
|------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 |
| 6,0 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 |
| 6,5 | 0,11 | 0,12 | 0,14 | 0,17 | 0,19 | 0,22 | 0,25 | 0,29 |
| 7,0 | 0,34 | 0,39 | 0,45 | 0,52 | 0,60 | 0,69 | 0,79 | 0,90 |
| 7,5 | 1,06 | 1,22 | 1,41 | 1,63 | 1,87 | 2,14 | 2,45 | 2,80 |
| 8,0 | 3,27 | 3,77 | 4,33 | 4,97 | 5,68 | 6,48 | 7,36 | 8,35 |
| 8,5 | 9,65 | 11,0 | 12,5 | 14,2 | 16,0 | 18,0 | 20,1 | 22,4 |
| 9,0 | 25,3 | 28,1 | 31,2 | 34,3 | 37,6 | 40,9 | 44,3 | 47,7 |
| 9,5 | 51,7 | 55,3 | 58,9 | 62,3 | 65,6 | 68,7 | 71,5 | 74,2 |
| 10,0 | 77,2 | 79,7 | 81,9 | 83,9 | 85,8 | 87,4 | 88,8 | 90,1 |

Tabla 1 - Porcentaje de amoníaco no ionizado (amoníaco tóxico) sobre el amoníaco total en función de la temperatura y el pH del agua (Adaptado de C. E. Boyd y B. J. Watten, 1989).

El amoníaco tóxico

La concentración de amoníaco en forma tóxica (NH_3) debe mantenerse por debajo de 0,2 mg/L. Para que este valor de NH_3 se logre, es necesario tener concentraciones de amoníaco total de 30 mg/L a pH 7,0, 3 mg/L a pH 8,0, o solo 0,5 mg/L a pH 9,0. Así, si el pH es demasiado alto en el agua de un RAS, el margen de seguridad disminuye en relación a la presencia de amoníaco total en el agua. Por ello, también, las aplicaciones de cal hidratada para corregir el pH del agua en el RAS deben hacerse con atención y cuidado, evitando que los valores de pH superen los 8,5, especialmente si el amoníaco total es superior a 1 mg/L. Si los niveles de amoníaco total son muy bajos (<0,5 mg/L), no hay mayor problema si el pH llega a 9,0 después de una aplicación de cal; en los días siguientes, el pH pronto volverá a valores cercanos a 8,0.

Los niveles tóxicos de amoníaco superiores a 0,2 mg/L requieren atención. Las concentraciones de amoníaco tóxico por encima de 1 mg/L pueden ser letales si se mantienen durante periodos prolongados. El amoníaco tóxico por encima de 2,5 mg/L puede causar una alta mortalidad de peces (Figura 5). La reducción de las tasas de alimentación y el uso de alimentos de alta calidad con suficientes niveles de proteína son prácticas importantes para reducir la generación de amoníaco en los RAS.

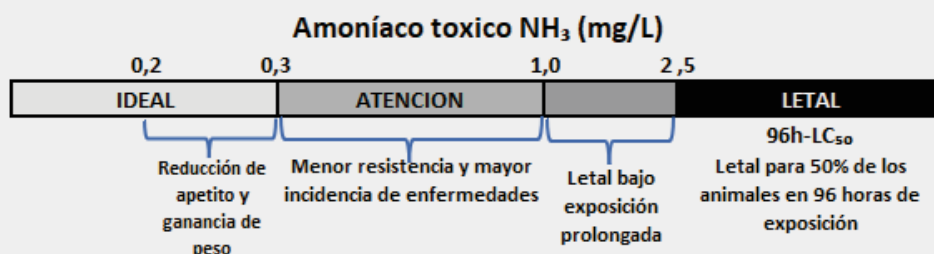


Figura 5 - Amoníaco tóxico y sus concentraciones ideales, de atención y letales para los peces.

El amoníaco total debe controlarse cada dos días en los RAS. Este monitoreo permite al productor detectar posibles aumentos en los niveles y adoptar rápidamente algún procedimiento correctivo. Las mediciones de amoníaco total antes y después del paso del agua por los filtros biológicos permiten evaluar la eficiencia de los biofiltros. A medida que aumenta la cantidad diaria de alimento en el RAS, se incorpora más amoníaco diariamente. El biofiltro tiene que convertir todo ese amoníaco en nitrato. Si esto no ocurre, habrá un aumento en las concentraciones de amoníaco y nitrito en el agua, lo que indica que la tasa de alimentación y la productividad del RAS se están acercando al límite máximo posible. Los kits de análisis de agua miden la concentración total de amoníaco en el agua (NH_4^+ y NH_3). Para calcular cuánto del total de amoníaco se encuentra en forma tóxica (NH_3) es necesario conocer el pH del agua. El valor de amoníaco total se debe multiplicar por el factor que se encuentra en la **Tabla 1** y el resultado se divide por 100. Por ejemplo, el amoníaco total se midió a 2 mg/L, el pH del agua a 7.5 y la temperatura a 28 °C. La concentración de $\text{NH}_3 = (2 \text{ mg/L} \times 2,14)/100 = 0,0428 \text{ mg NH}_3/\text{L}$.

El nitrito

El nitrito (NO_2^-) es un compuesto intermedio en la oxidación del amoníaco (NH_3) a nitrato (NO_3^-). Parte de lo que puede resultar en un aumento de las concentraciones de nitrito en un RAS son: a) tasa de alimentación excesiva; b) inadecuado funcionamiento o dimensionamiento de los biofiltros; c) mantenimiento de bajas concentraciones de oxígeno en el agua, especialmente dentro de los biofiltros; d) bajas temperaturas en el agua del sistema y en el biofiltro, lo que reduce la actividad de bacterias del género *Nitrosomonas*, responsables de la oxidación de nitrito a nitrato. Generalmente, los niveles de nitrito pueden aumentar en los RAS cuando no hay suficiente oxígeno en los biofiltros y cuando la alcalinidad total del agua es demasiado baja. El bajo nivel de oxígeno y la baja alcalinidad hacen que las bacterias que oxidan el nitrito a nitrato trabajen más lentamente.

El nitrito es absorbido por los peces a través de las branquias. En la sangre, el nitrito se une a la hemoglobina y forma metahemoglobina. Ligada al nitrito, la hemoglobina pierde su capacidad de transportar oxígeno desde las branquias hasta los diferentes órganos y tejidos. Los peces pueden experimentar dificultad para respirar incluso con niveles adecuados de oxígeno en el agua. En casos avanzados de intoxicación, la sangre de los peces se vuelve marrón (síndrome de la sangre marrón) debido al color marrón de la metahemoglobina. La concentración de nitritos se puede monitorizar con kits específicos de análisis de agua para piscicultura. Los niveles de nitrito por debajo de 0,3 mg/L se consideran adecuados en RAS. Las concentraciones superiores a 0,5 mg/L requieren atención. En agua dulce, por encima de 5 mg/L, el nitrito es letal para la mayoría de las especies (**Figura 6**). Las aplicaciones de sal común se utilizan para prevenir el envenenamiento de los peces por nitritos. El ion cloruro impide la absorción de nitrito a través de las branquias.

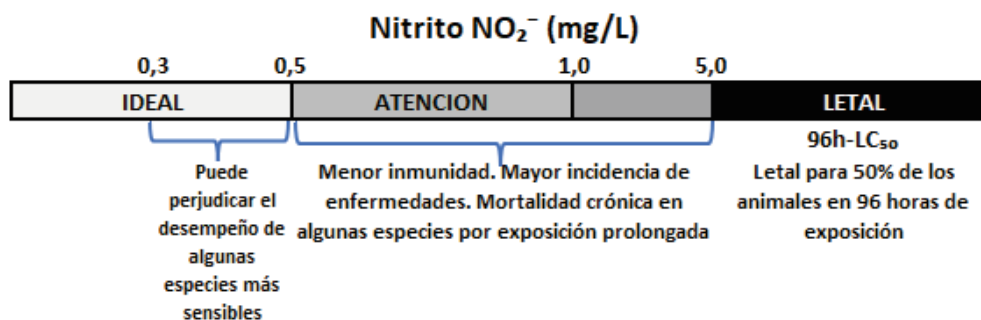


Figura 6 - Nitrito y sus concentraciones ideales, de atención y letales para los peces.

Por cada 1 mg/L de nitrito, es necesario contar con 10 a 15 mg de sal/L o 10 a 15 g de sal/m³ de agua en el RAS. Teniendo en cuenta que las concentraciones de nitritos pueden alcanzar valores cercanos a los 100 mg/L, se

recomienda aplicar al menos 1.000 g de sal/m³ de agua en el sistema. La aplicación de 2.000 g o 2 kg de sal/m³ de agua es la práctica eficaz para prevenir la intoxicación por nitritos en la mayoría de los peces criados en RAS.

100 mg/L requieren atención (**Figura 7**).

El nitrato

El nitrato es el producto final de la oxidación del amoníaco por las bacterias nitrificantes. En el RAS, los niveles de nitrato pueden alcanzar valores cercanos a los 100 a 200 mg/L. Hay registros de hasta 400 mg/L de nitrato en sistemas que tienen poca renovación. El nitrato no es muy tóxico, pero en altas concentraciones (por encima de 400 mg/L) puede ser letal para algunos peces. Los niveles de hasta 25 mg/L se consideran adecuados; por encima de

Los cambios de agua se utilizan para diluir el nitrato. Las plantas también eliminan el nitrato del agua. La desnitrificación, un proceso anaeróbico en el que las bacterias transforman el nitrato en gas nitrógeno, se puede emplear para reducir la concentración de nitrato en el agua RAS. La toxicidad por nitrato parece causar anemia y otros cambios hematológicos. También puede causar daño a las branquias y los riñones, afectando la capacidad de osmorregulación de los peces.

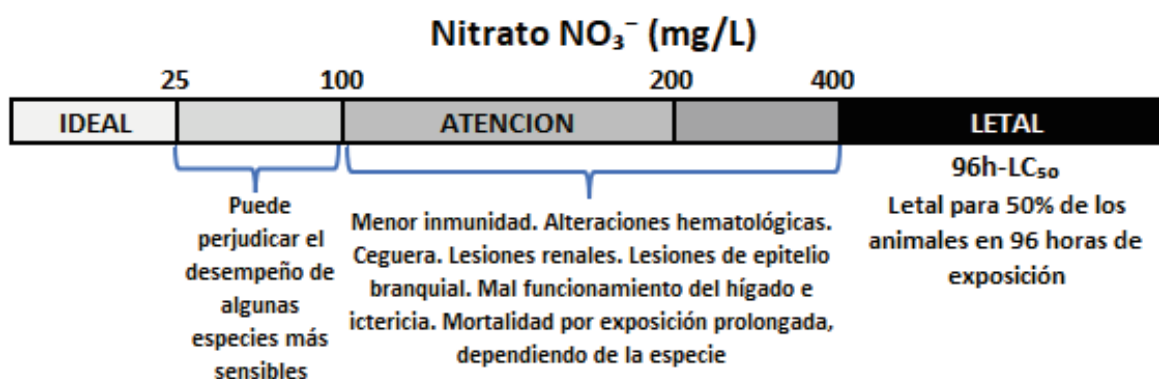


Figura 7 - Nitrato y sus concentraciones ideales, de atención y letales para los peces.

Sólidos totales y sólidos decantables

Se deben realizar análisis semanales de sólidos en suspensión en el agua de los tanques de cultivo y en el agua que entra y sale de los decantadores. Esto permite verificar la eficiencia del sistema de remoción de sólidos. Estos análisis se pueden realizar utilizando un cono Imhof (sólidos decantables) o mediante el método gravimétrico (sólidos totales). El método gravimétrico consiste en hacer pasar un volumen estándar de agua (200 o 500 mL, por ejemplo) a través de un papel filtro previamente secado y pesado. Los sólidos se retienen en este papel. El papel de filtro debe secarse en un horno, a una temperatura cercana a los 90 - 100 °C y luego pesarse nuevamente. La diferencia de peso es igual al peso de los sólidos totales que quedaron retenidos en el filtro. Dividiendo este peso por el volumen de agua filtrada, tendremos la concentración de sólidos totales en el agua,

calidad del agua de importancia en los RAS. El oxígeno y la temperatura deben controlarse diariamente, en diferentes momentos del día. El pH, el dióxido de carbono, la alcalinidad total, el amoníaco tóxico y los nitritos deben controlarse cada dos días o al menos 3 veces por semana. Las concentraciones de nitrato deben monitorearse cada 3 a 4 días. Se debe verificar la concentración de sólidos en suspensión en el agua al menos una vez por semana para evaluar qué tan eficiente es el sistema en la remoción de sólidos y si es necesario hacer algunos ajustes en el posicionamiento de los aireadores/difusores, en el movimiento del agua, en desagües centrales, decantadores y filtros mecánicos.

La **Tabla 2** resume los valores ideales, de atención, y las estrategias de monitoreo y corrección de parámetros de

| Parámetro | Valor ideal (valor de atención) | Estrategia de monitoreo | Estrategia para corrección |
|--|---------------------------------|--|---|
| Temperatura (°C) | 26 a 28 (< 20 o > 30) | Lecturas diarias (mañana y tarde) en el sistema y en todos los tanques. | Calentadores o invernaderos para elevar la temperatura / sombreado para reducir la temperatura. |
| Oxígeno (mg/L) | 5 a 9 (< 3 o > 11) | Lecturas diarias en el sistema y en tanques individuales. | Aireación / oxigenación. Reducción de la tasa de alimento. Ajuste de la intensidad de la aireación. |
| pH (unidad) | 6,5 a 7,5 (< 6,0 y > 8,5) | Lecturas en días alternos. En el sistema y en cada tanque. | Aumento con adición de bases (cal y carbonato de sodio). |
| Dióxido de Carbono (mg/L) | < 10 (> 20) | Lectura en días alternos y en tanques con alto consumo de alimento. | Aireación. Aplicación de bases (cal y carbonato de sodio) para corregir alcalinidad y mejorar el sistema. Reducir tasa de alimentación. |
| Amoníaco tóxico (mg/L) | < 0,2 (> 0,5) | Lectura en días alternos junto con el pH. En el sistema y en los tanques recibiendo gran cantidad de alimento. | Disminuir o suspender ración. Verificar la eficiencia y aumentar la capacidad o el número de biofiltros. Mantener condiciones adecuadas de calidad de agua para la nitrificación. |
| Alcalinidad total (mg CaCO ₃ /L) | < 80-100 (< 50) | Medir en días alternos en el sistema como un todo | Aplicación de bases para elevar el pH y la alcalinidad total del agua. |
| Nitrito (mg NO ₂ ⁻ /L) | < 0,3 (> 0,5) | Medir cada 2 o 3 días en el sistema | Mismas sugerencias que para control de amoníaco. Salinización del agua con 1 Kg de sal/m ³ para disminuir la absorción de nitrito por los peces. |
| Nitrato (mg NO ₃ ⁻ /L) | < 25 (> 100) | Medir cada 3 o 4 días en el sistema | Renovar agua en el sistema. Cultivar plantas para absorber exceso de nitrato. |
| Sólidos en suspensión (mg/L) | < 25 (> 50) | Monitorear semanalmente | Mejorar eficiencia de concentración y remoción de sólidos en el sistema. |

Tabla 2 - Estrategia de seguimiento y corrección de los principales parámetros de calidad del agua en los RAS.

Artículo publicado originalmente en la revista Panorama da Aqüicultura, Volumen 31, Edición 189, de fecha 16 de noviembre de 2022. *Puede acceder la versión original en:*

<https://panoramadaaquicultura.com.br/qualidade-da-agua-nos-sras-monitoramento-e-correcao/>

CULTIVO DE PEPINO DE MAR

Equipo editorial de la SVA



Pepinos de mar secos a la venta en Hong Kong (Foto de JP Altamirano).

¿Por qué cultivar pepino de mar?

Los pepinos de mar son productos marinos muy apreciados, con precios que alcanzan los 2.000 dólares estadounidenses por kilo, cuando son procesados, deshidratados y envasados. La gran mayoría de los pepinos de mar comercializados provienen de la recolección silvestre, lo que provoca una grave disminución de las poblaciones naturales. La maricultura de pepinos de mar utilizando juveniles criados en laboratorios puede ofrecer una fuente de ingresos alternativa, especialmente para las comunidades costeras, al tiempo que protege a las poblaciones silvestres restantes.

¿Qué es Sandfish?

Sandfish es el nombre común, en inglés, de una especie tropical particular de pepino de mar llamada *Holothuria scabra*. Es una de las especies tropicales más amenaza-

das por su alto precio y facilidad de recolección. Por lo general, se encuentra en costas arenosas y fangosas intermareales poco profundas, comúnmente asociadas con lechos de pastos marinos y llanuras de arena. El sandfish tiene uno de los mayores potenciales para la acuicultura porque se ha establecido la tecnología de producción de esta especie a nivel de criadero y SEAFDEC/AQD es una de las instituciones líderes en el desarrollo de tecnologías de producción de sandfish.



Sandfish *Holothuria scabra* en su hábitat natural (Foto por JP Altamirano).

El criadero de pepinos de mar de SEAFDEC/AQD

SEAFDEC/AQD mantiene una instalación de cría de pepinos de mar a pequeña escala, donde se realiza el desove, cría de larvas y cultivo de juveniles. Esta instalación cuenta con sistemas de agua de mar esterilizada y adecuada aireación para su operación, además de la producción de microalgas de las especies *Chaetoceros* sp. y *Navícula* sp. que sirven de alimento para las larvas del sandfish. En estas instalaciones también se llevan a cabo importantes estudios de investigación experimental con el objetivo de mejorar la producción del pepino de mar.



Criadero de pepinos de mar SEAFDEC/AQD, establecido en 2010.



Limpieza y preparación de reproductores de sandfish para la inducción al desove.

¿Cómo criar Sandfish?

Acondicionamiento de reproductores

Los reproductores recolectados en la naturaleza se acondicionan en tanques con sustrato arenoso y agua de mar

con flujo continuo. Se alimentan con una mezcla de polvo de sargazo, alimento formulado y *Navícula* sp. Después del desove, los reproductores se devuelven a su medio ambiente, donde fueron recolectados, para que se recuperen naturalmente.

Inducción al desove

Se induce el desove, a un grupo de 20 a 60 sandfish maduros, mediante estimulaciones térmicas y alimentarias no letales. Se espera que los machos desoven primero liberando un flujo constante de leche blanca con esperma a través del gonoporo, una pequeña abertura genital sobre el extremo anterior o frontal del cuerpo. Esto puede durar hasta 3 horas. Las hembras desovan liberando ráfagas rápidas de huevos después de un abultamiento característico alrededor del gonoporo; suelen realizar de 2 a 3 ráfagas con un intervalo de aproximadamente 5 minutos. Entonces ocurre la fertilización en la columna de agua.

Cría de larvas

Los huevos fertilizados se almacenan en tanques llenos de agua de mar filtrada y tratada con UV, a razón de 100-500 huevos/L, a una temperatura óptima entre 26-30 °C y una salinidad de 28-33 ppt. Las larvas en

etapa auricularia se alimentan diariamente con *Chaetoceros calcitrans*. El recambio de agua (20–30 %) se realiza cada dos días mientras se extraen los desechos del fondo del tanque. En la etapa de doliolaria, se agregan láminas de plástico corrugado, pintadas con pasta de

Espirulina, al tanque de cría para inducir el asentamiento. Una vez sufrida la metamorfosis por parte de las doliolarias, las pentaculatas entonces se alimentan con *navícula* sp. y estiércol líquido.



Juveniles de sandfish aparecen como pequeños puntos negros en láminas de plástico donde se asientan después de 2 a 3 semanas.



Fases de producción y ciclo de vida de *Holothuria scabra*.

Cría en vivero

Los sandfish, ya en su etapa juvenil temprana (4–10 mm) de 30–45 días de edad, se transfieren de los tanques de larvas en el laboratorio a redes flotantes (1 m x 2 m x 1,2 m) en criaderos en el mar o en tanques. Estas redes o viveros están hechos de malla fina (> 1 mm) suspendida con un marco flotante de PVC. Los juveniles de sandfish alcanzan un peso de 2 a 4 g en 1 o 2 meses de cultivo, dependiendo de la época del año y las condiciones del mar. Con este tamaño, están listos para la cría avanzada en viveros, corrales o estanques.



Criadero de sandfish en una ensenada protegida en la Estación Marina Igang de SEAFDEC/AQD en Nueva Valencia, Guimaras, Filipinas (Foto de JP Altamirano).



Juveniles de sandfish recolectados de redes flotantes en vivero después de 1-2 meses.

Puede acceder al artículo original en ingles en el siguiente enlace:

<https://www.seafdec.org.ph/sea-cucumber/>

ZEIGLER
nutrition through innovation

¡La Combinación Definitiva!
Mejor desempeño y calidad de agua superior

Larva
Z Plus + Z Pro

Guía de alimentación recomendada (solo camarones)

| Etapas Larval | Z1 | Z2 | Z3 | M1 | M2 | M3 | PL1 | PL2 | PL3 | PL4 | PL5 | PL6 | PL7 | PL8 | PL9 | PL10 | PL11 | PL12 |
|---------------|-----|----|----|------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| Z Plus 1 | <50 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Z Plus 2 | | | | <100 | | | | | | | | | | | | | | |
| Z Pro 150 | | | | | | | 150 | | | | | | | | | | | |
| Z Pro 250 | | | | | | | | | | 250 | | | | | | | | |
| Z Pro 350 | | | | | | | | | | | | | 350 | | | | | |

UTILIZACIÓN AMPLIADA DE MICROALGAS EN ALIMENTOS ACUÍCOLAS

Equipo editorial de la SVA

Introducción

Históricamente, la harina de pescado se ha considerado el ingrediente ideal en los alimentos acuícolas debido a su alto contenido de proteínas digestibles (60%-72%), aminoácidos esenciales, ácidos grasos y cantidades considerables de vitaminas y oligoelementos naturales. El aceite de pescado también se considera un componente esencial de los alimentos acuícolas debido a su riqueza en ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (CL-PUFA), particularmente ácido eicosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA).

Se ha estimado que alrededor del 25% del pescado capturado en el mundo se utiliza para la producción de harina y aceite, lo que tiene un impacto negativo significativo en la sostenibilidad del medio marino. Por lo tanto, encontrar productos sustitutos que puedan proporcionar proteínas, lípidos, pigmentos, etc., es un gran desafío para la industria acuícola. Recientemente, varios estudios han demostrado que las microalgas podrían ser un posible reemplazo de la harina y el aceite de pescado en la acuicultura, manteniendo al mismo tiempo los estándares de sostenibilidad.

Las microalgas son un grupo extremadamente diverso de microorganismos microscópicos, unicelulares y fotosintéticos que se encuentran principalmente en ambientes marinos y de agua dulce. Aún no se ha aprovechado todo su potencial en biotecnología y aunque sirven como fuente principal de alimento y energía para muchas especies terrestres y acuáticas, sólo contribuyen con menos del 0,2% de la producción mundial con fines comerciales.

Existe un interés creciente en la producción de microalgas para su uso en alimentos acuícolas. Las microalgas

se cultivan en una variedad de condiciones diferentes, ya sea autótrofas (con uso de CO₂, luz solar y nutrientes) en estanques abiertos o fotobiorreactores. El nivel de inclusión en los alimentos varía entre las especies de peces y mariscos y depende de las microalgas y del preprocesamiento de estas. Algunos estudios han demostrado que las microalgas en los alimentos acuícolas pueden mejorar el crecimiento, el rendimiento reproductivo y fortalecer el sistema inmunológico de las especies cultivadas.

A pesar de una composición de nutrientes prometedora y un gran potencial para contribuir a una industria acuícola más respetuosa con el medio ambiente, las microalgas tienen ciertas desventajas; por ejemplo, el alto costo de producción, la digestibilidad de nutrientes y utilización de energía restringida en algunas especies con pared celular rígida, además de algunas especies tóxicas. Sin embargo, las microalgas ofrecen un gran potencial como materia prima a granel para alimentos acuícolas. En este artículo proporcionamos información sobre el potencial de las microalgas como fuente sostenible de nutrientes para la acuicultura, respetuosa con el medio ambiente.

Procesamiento de microalgas para producir un ingrediente estabilizado para alimentos acuáticos

El agua constituye entre el 99,8 % y el 99,9 % de la biomasa de las microalgas, en consecuencia, es fundamental que un productor de microalgas tenga una infraestructura de deshidratación eficiente para mejorar la cosecha de estos microorganismos. Después de la deshidratación, se requieren varios pasos de procesamiento posterior según el producto y la aplicación (**Figura 1**).

El secado es un método eficaz para obtener un producto de algas que pueda almacenarse para su uso posterior. Sin embargo, los procesos de secado son costosos y la tecnología elegida tendrá un impacto significativo en la rentabilidad de la producción.

Los lípidos de las microalgas se pueden extraer mediante diversos métodos. Estos métodos se pueden clasificar

en: (a) métodos mecánicos como prensado, homogeneización, molienda y extracción asistida por ultrasonidos y (b) métodos químicos como la extracción con disolventes de hexano. Actualmente, el método más común para extraer lípidos de microalgas es la extracción con disolventes junto con la rotura mecánica.



Figura 1. Procesamiento de microalgas para formulación de alimentos acuícolas, entre ellos: secado, biomasa deshidratada y extracción de lípidos para generar aceite.

Perfil nutricional de microalgas para alimentos acuáticos

Se han investigado varias microalgas para su uso en la formulación de alimentos acuícolas, como fuente de proteínas, lípidos, vitaminas y carotenoides para especies de camarones y peces. Sin embargo, como las microalgas son ingredientes relativamente nuevos para los alimentos acuícolas formulados, hay escasez de datos sobre la calidad de las proteínas y los lípidos de la gran cantidad de especies de microalgas producidas. Las microalgas suelen estar compuestas por un 30%-40% de proteínas, 10%-20% lípidos y un 5%-15% carbohidratos. También son abundantes en oligoelementos, como calcio, magnesio, fósforo, hierro, yodo y zinc, al igual que ricas en ácidos grasos poliinsaturados.

Proteínas y aminoácidos

El contenido de proteínas y aminoácidos de las microalgas varía mucho entre especies y dependiendo en gran

medida de las condiciones y la fase de crecimiento. En particular, todos los aminoácidos están presentes y los esenciales normalmente representan la mitad de la concentración total de las proteínas. Algunas especies, particularmente las elegidas para la producción de aceite, tienen niveles relativamente bajos de proteína en cultivo. Sin embargo, tienen un alto contenido de proteínas y aminoácidos esenciales, lo que hace que el "subproducto" sea adecuado para su uso en alimentos acuícolas o suplementos dietéticos.

Lípidos y ácidos grasos

Las microalgas marinas son fuentes naturales de ácidos grasos, incluidos EPA y DHA, que pueden incorporarse en formulaciones de alimentos para peces de producción acuícola. El contenido de CL_PUFA en harinas y aceites derivados de componentes de origen marino se puede reflejar mediante la adición de aceites de microalgas que tienen altos niveles de EPA y DHA.

En la **figura 2** se presenta la composición promedio de CL-PUFA, EPA y DHA, en microalgas comúnmente utilizadas en acuicultura.

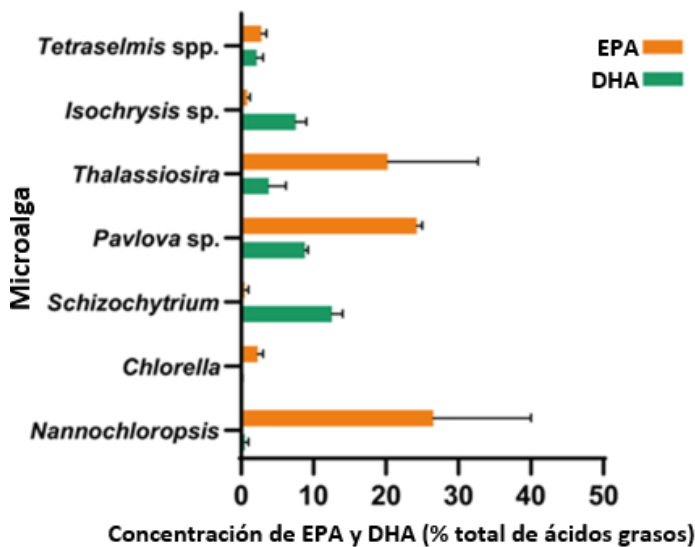


Figura 2. Contenido de ácido docosahexaenoico (DHA) y ácido eicosapentaenoico (EPA) en diversas microalgas utilizadas en acuicultura.

Carbohidratos

Los carbohidratos de las microalgas se encuentran en forma de almidón, celulosa, azúcares y otros polisacáridos. En general, los carbohidratos son los componentes más abundantes en los exudados de microalgas, seguidos de los productos nitrogenados y las vitaminas.

Antioxidantes

Las microalgas se consideran una fuente natural de una gran cantidad de compuestos bioactivos que pueden funcionar como antioxidantes. Los principales antioxidantes de las microalgas incluyen las vitaminas C y E, los carotenoides (β y α -caroteno, astaxantina), clorofilas y fenoles.

Pigmentos

Los carotenoides son complementos alimenticios ampliamente utilizados en los alimentos para peces. Las microalgas contienen una variedad de pigmentos, incluidos carotenoides, ficobiliproteínas y clorofilas. Las microalgas suelen contener entre un 0,1% y un 2% de carotenoides. El betacaroteno es uno de los principales carotenoides producidos por las microalgas y se utiliza como provitamina A (retinol) en alimentos para acuicultura.

Vitaminas y minerales

Las vitaminas son micronutrientes orgánicos que un organismo no puede sintetizar en cantidades adecuadas de forma independiente, por lo que es necesario suministrarlos a través de la dieta. Las microalgas son una buena fuente de casi todos los minerales y vitaminas esenciales, lo que las hace adecuadas como suplementos alimentarios para peces y crustáceos. Las vitaminas unidas en una dieta basada en algas funcionan como coenzimas o transportadores activos de electrones y, por lo tanto, aumentan la resistencia al estrés.

El papel de las microalgas en la producción acuícola

Los géneros *Chlorella*, *Nannochloropsis*, *Tetraselmis*, *Arthrospira*, *Pavlova*, *Haematococcus* y *Thalassiosira* son algunas de las microalgas más utilizadas en la producción acuícola (Figura 3).

En esta sección se describen los efectos potenciales de la suplementación con microalgas en los alimentos acuícolas sobre el rendimiento de las larvas, el consumo y la utilización del alimento, el rendimiento del crecimiento, la inmunidad y la resistencia a las enfermedades de los peces y mariscos (Figura 4).

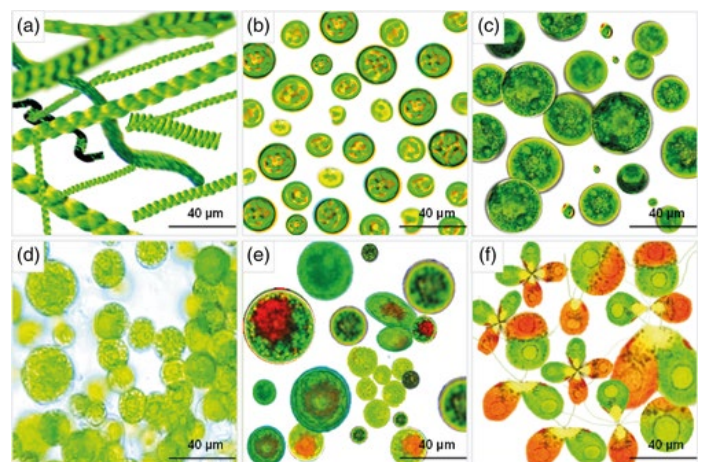


Figura 3. Algunas de las microalgas comúnmente utilizadas en la producción acuícola:

(a) *Arthrospira platensis*, (b) *Chlorella vulgaris*, (c) *Nannochloropsis sp.*, (d) *Chlorococcum sp.*, (e) *Haematococcus sp.* y (f) *Dunaliella salina*.

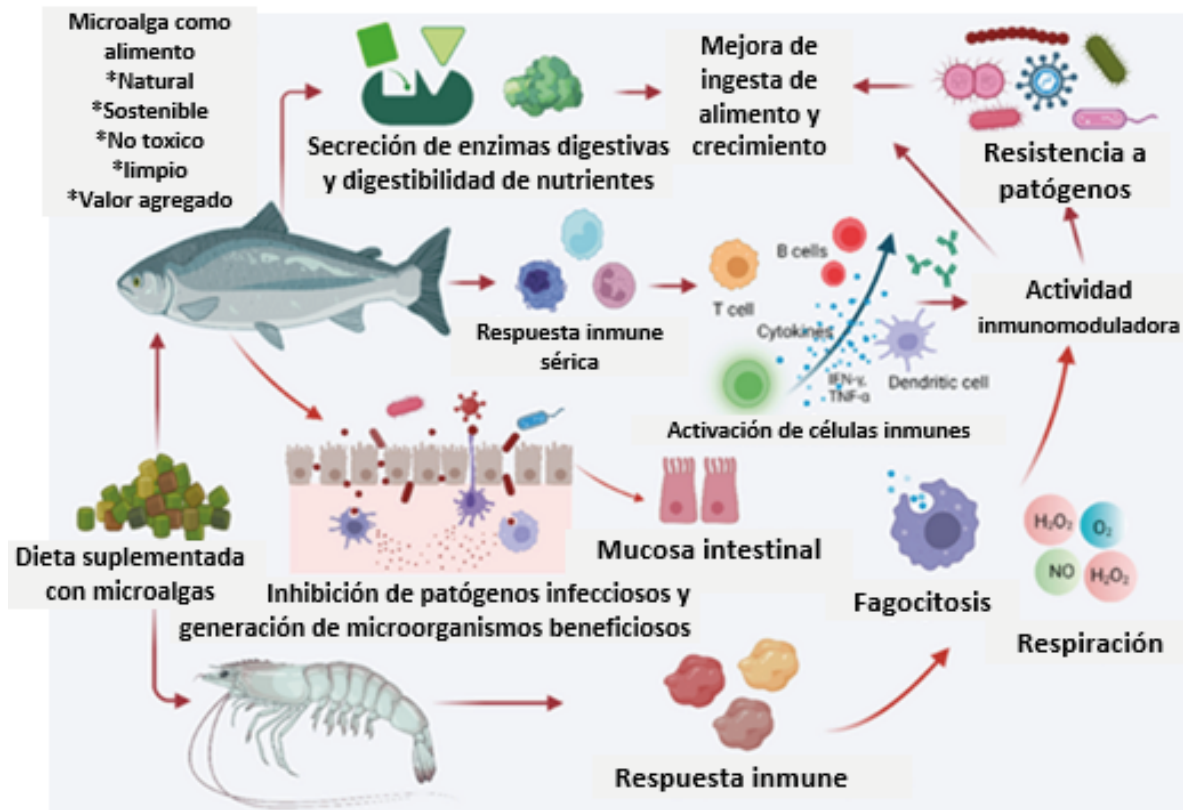


Figura 4. Representación esquemática del posible papel de las dietas de microalgas y mezclas de microalgas en la acuicultura.

Sobrevivencia de larvas de peces y mariscos

Las microalgas son fuentes importantes de nutrientes para las primeras etapas de peces, mariscos y otros invertebrados. Son necesarias durante un corto período de tiempo para la nutrición de las larvas. El uso de microalgas en criaderos es esencial tanto para la nutrición de los animales como para mantener la calidad del medio de cría de las larvas.

En la acuicultura, las microalgas son esenciales también para enriquecer el zooplancton, que luego se utiliza como alimento para peces y larvas. Este enfoque bioacumula elementos vitales como ácidos grasos, aminoácidos, carotenoides, vitaminas y minerales de microalgas, mejorando así el contenido nutricional del zooplancton. La mejor técnica de enriquecimiento, el zooplancton mejorado con microalgas, tiene el potencial de ser una fórmula eficiente para el crecimiento y la sobrevivencia de las larvas.

Comportamiento del crecimiento de peces y mariscos

Las microalgas tienen un impacto positivo en el crecimiento de peces y mariscos cuando se alimentan con un nivel

de inclusión bajo o moderado (2%-10%). Estos efectos mejorados en el crecimiento son potencialmente atribuibles a la presencia de una gran cantidad de sustancias biológicamente activas. La mejora del crecimiento también podría estar asociada con condiciones fisiológicas como el aumento de la asimilación de proteínas, el metabolismo de los lípidos y la función hepática.

Consumo de alimento y digestibilidad de peces y mariscos

Para maximizar la producción acuícola y reducir los costos de producción, la medición del consumo de alimento y la digestibilidad de los ingredientes es una métrica crucial. Un mayor consumo de alimento y digestibilidad mejora el crecimiento de las diferentes especies de cultivo y da como resultado una mayor producción. Diferentes estudios han demostrado que una inclusión razonable de microalgas en la dieta aumenta la ingesta de alimento en peces. Sin embargo, tasas de inclusión de más del 10% de microalgas pueden tener un impacto negativo en el índice de conversión alimenticia (TCA) y el consumo de alimento. Sin embargo, el consumo de alimento, la eficiencia alimenticia y la TCA dependen no solo del alimento suministrado sino

también de una variedad de factores que incluyen, entre otros, la calidad del alimento, el tamaño del pellet, el tipo de especie de pez considerada para la cría, las prácticas de manejo, las condiciones ambientales, el factor genético inherente y la condición fisiológica de los animales. Por lo tanto, la incorporación de microalgas en las dietas debe evaluarse según cada especie, para maximizar su digestibilidad y biodisponibilidad.

Respuesta antioxidante en peces y mariscos

Debido a su fuerte actividad eliminadora, los antioxidantes naturales contenidos en las microalgas pueden tener importantes efectos para combatir enfermedades al prevenir el daño celular oxidativo, incluida la oxidación del ADN y las proteínas. Los antioxidantes en las microalgas pueden estimular el sistema inmunológico y las condiciones fisiológicas de especies de peces y crustáceos. Por lo tanto, el uso de microalgas en los alimentos acuícolas solo puede ser beneficioso.

Inmunidad y resistencia a las enfermedades de peces y mariscos

Un creciente conjunto de estudios ha investigado el potencial de las microalgas sobre la inmunidad y la resistencia a las enfermedades de los peces y mariscos. Se ha informado que la suplementación dietética con microalgas mejora la inmunidad innata y la actividad antioxidante de algunas especies, sin embargo, aún se desconocen los mecanismos por los que funcionan las microalgas como promotores de la inmunidad.

Las microalgas están enriquecidas con ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) con alto contenido de omega-3, como DHA y EPA, que estimulan el sistema inmunológico innato, la secreción de bilis, la actividad antioxidante, la respuesta antiinflamatoria y previenen la acumulación de lípidos en el hígado de peces.

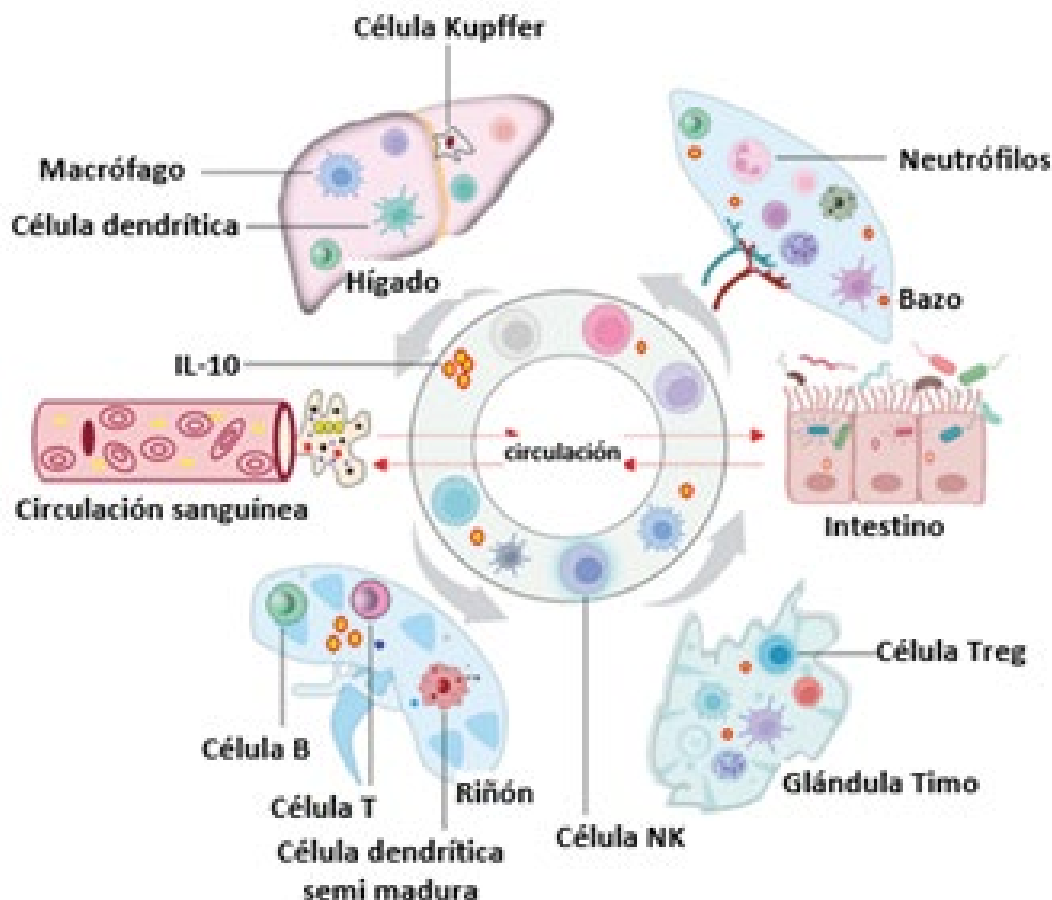


Figura 5. Posible mecanismo de acción de las dietas con mezcla de microalgas para mejorar la inmunidad y la resistencia a las enfermedades en los peces.

Reproducción de peces y mariscos

Las microalgas pueden tener un rol importante en el desempeño reproductivo de los peces, reconocidas por aumentar el desarrollo gonadal, la producción de huevos y el desempeño larvario de estos animales. Los beneficios de la inclusión de microalgas para la reproducción de peces y una mayor producción de semillas se reportan para muchas especies. Los nutrientes esenciales destacados anteriormente (ácidos grasos, aminoácidos, minerales, carotenoides, vitaminas E y C) son los componentes principales para la reproducción.

Viabilidad del uso de biomasa de microalgas como ingrediente de alimentos acuáticos

Una limitación importante para el uso de microalgas como ingrediente de alimentos acuáticos son sus altos

costos de producción en comparación con los ingredientes comunes de harina a granel en la producción acuícola (**Figura 6**). En particular, antes de ser realmente viable, el precio de las microalgas debe alcanzar una posición en la que los nutrientes ofrecidos sean comparables a los proporcionados por otras materias primas. Además, es evidente que hay varios factores que deben considerarse antes de que las microalgas puedan usarse como ingrediente principal en los alimentos acuícolas, entre ellos: (a) la disponibilidad de microalgas en función de la demanda; (b) palatabilidad y digestibilidad de los alimentos elaborados a partir de microalgas; y c) técnicas de procesamiento asequibles por parte de los fabricantes de alimento. Sin embargo, las microalgas son excelentes aditivos y suplementos nutricionales de alto valor que se pueden mezclar en una variedad de alimentos acuícolas gracias a su contenido de ácidos grasos, vitaminas, minerales y bioactivos.

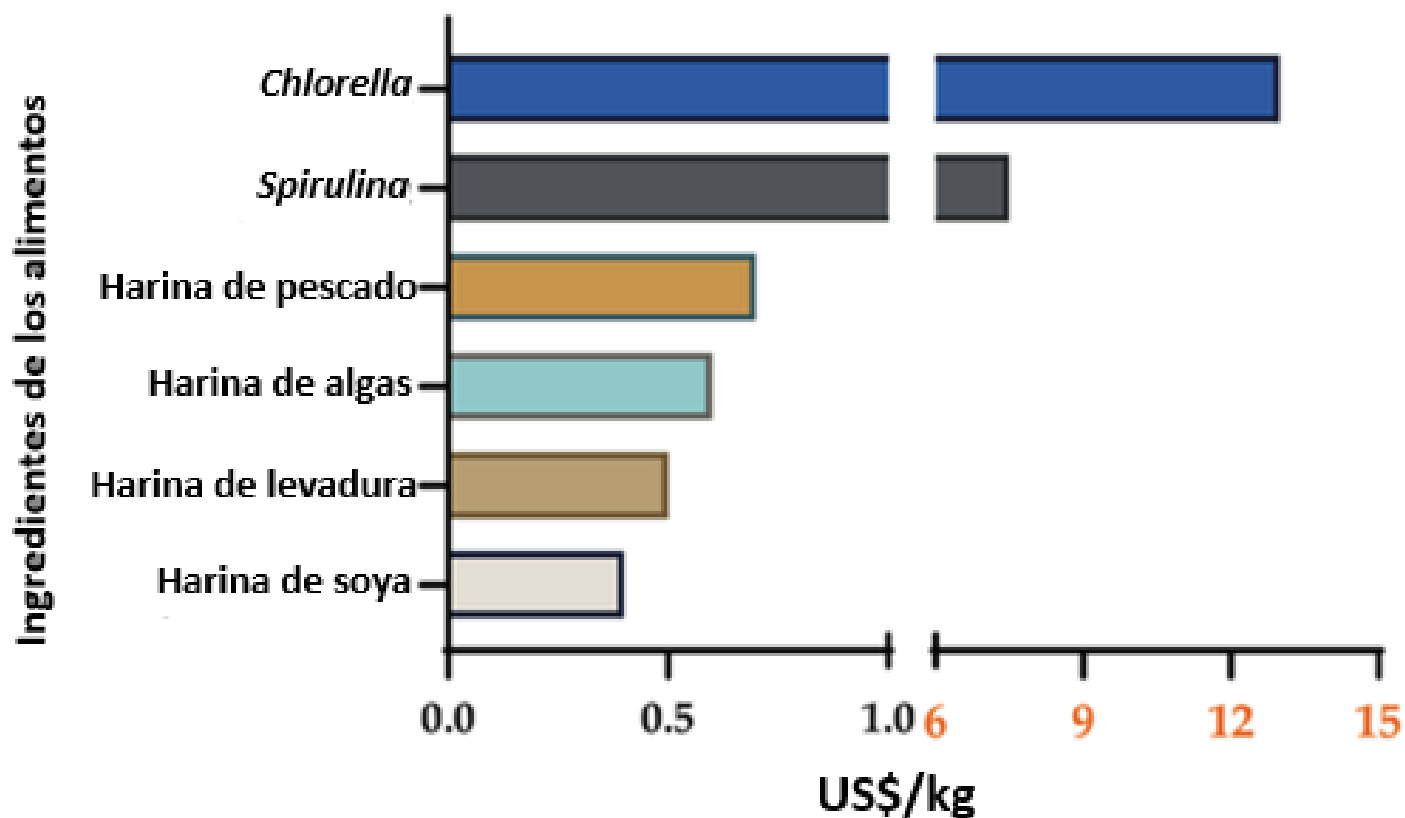


Figura 6. Comparación de los costos de las alternativas a la harina de pescado utilizadas en los alimentos formulados.

Microalgas vivas como ingrediente de alimentos acuícolas

La producción acuícola utiliza cada vez más microalgas. Éstas contienen todos los nutrientes esenciales y sustancias bioactivas que los peces y otros animales acuáticos pueden consumir directamente de fuentes silvestres como primer alimento. Contienen altas cantidades de proteínas, aminoácidos esenciales, minerales, pigmentos, vitaminas y AGPI. La utilización de microalgas vivas como ingredientes alimentarios aumenta significativamente el crecimiento, la eficiencia alimentaria, la inmunidad innata y los mecanismos de defensa de los animales acuáticos.

Posibles problemas, barreras y desafíos actuales para el uso de microalgas en alimentos acuáticos

Las microalgas son ingredientes alimentarios prometedores, ya que proporcionan nutrientes principales, micronutrientes y nutrientes esenciales. El primer desafío para el uso más amplio de microalgas como sustitutos de ingredientes marinos en la acuicultura es su alto costo de producción. Esto se ve agravado aún más por los procesos de recolección, deshidratación y secado que requieren mucho tiempo, esfuerzo, energía y equipos especiales.

Las microalgas a menudo tienen paredes celulares gruesas que impiden que las enzimas digestivas trabajen con los nutrientes incrustados en las células. Se han probado diferentes técnicas para aumentar la disponibilidad de nutrientes de la biomasa de microalgas, pero la biodisponibilidad parece ser una limitación incluso cuando las paredes celulares están rotas. Las microalgas tienen un nivel de proteínas más bajo y un contenido de carbohidratos más alto que los ingredientes de los alimentos convencionales, lo que indica que en algunas circunstancias no son adecuadas.

Diversas condiciones ambientales, como la luz, la temperatura y el pH, tienen un impacto significativo en la productividad de la biomasa. Es necesario seleccionar la cepa adecuada y optimizar las condiciones de producción para maximizar el rendimiento en el sistema de producción. En conjunto, todavía existen muchas barreras para la comercialización, lo que explica por qué la

ampliación industrial de la biotecnología de microalgas avanza lentamente.

Conclusión

Las microalgas representan alternativas sostenibles a diversos ingredientes alimentarios utilizados comercialmente en alimentos acuícolas debido a sus propiedades nutricionales y funcionales. Proporcionan proteínas, lípidos, vitaminas, carotenoides, energía y antioxidantes que respaldan el buen crecimiento y la salud de peces y mariscos. Sin embargo, las dietas basadas en microalgas no se han utilizado en su capacidad potencial debido a los altos costos asociados con la producción, los pasos de recolección, el procesamiento posterior y la extracción de nutrientes o compuestos. Con una investigación continua, no hay duda de que las microalgas desempeñarán un papel importante en una transición continua hacia una industria piscícola más sostenible.

Esta es una versión resumida, elaborada por el cuerpo editorial de "El Acuicultor", del artículo original "Expanded utilisation of microalgae in global aquafeeds" escrito por Siddik MAB, Sørensen M, Islam SMM, Saha N, Rahman MA y Francis DS. **Publicado originalmente en *Reviews in Aquaculture*, 2023;1-28**

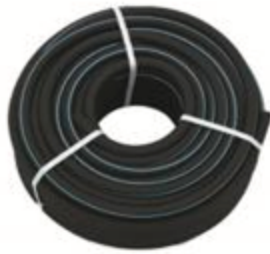
<https://doi.org/10.1111/raq.12818>

AirMMax

Qingdao AirMMax Aeration Equipment Co., Ltd

AirMMax es un fabricante profesional de AeroTube, Roots Blowers y Aireadores Turbo de Alta Velocidad, convirtiéndose en proveedor de equipos y sistemas de aireación para acuicultura, principalmente para cultivo de camarón

Nuestros Productos



AeroTube

12*25mm



Roots Blower

3HP 5HP 7.5HP 10HP 15HP
20HP 25HP 30HP 40HP 50HP



Aerotubos Gigantes

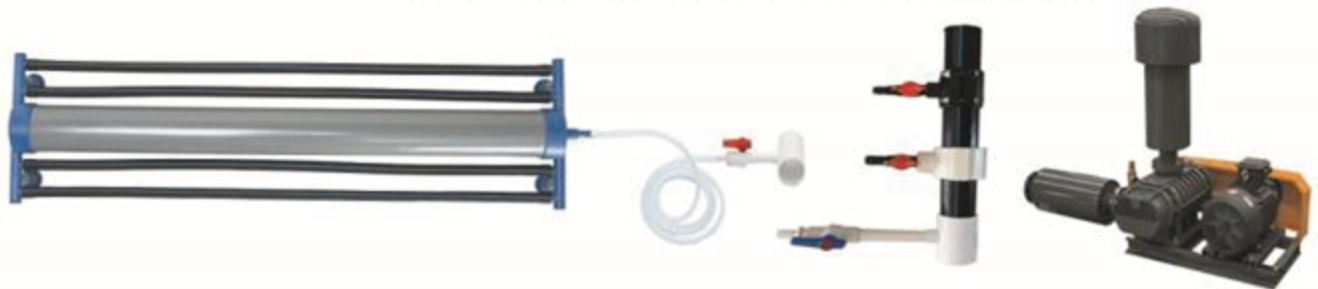
Matching AeroTube size:
12*25mm



Conectores

Instalación en Sitio

Los aireadores tipo Root Blower distribuyen el aire a Aerotubos Gigantes (Giant-AeroTube)



Para Contactar a AirMMax

Carlos Kong: +86 13939888116 (WhatsApp)

kongsheng1988@163.com inquiry@airmmax.com

www.AirMMax.com www.AirMMaxBlower.com

ENFERMEDADES FÚNGICAS EN PECES

Equipo editorial de la SVA

Introducción

La población mundial, en constante aumento, ha llevado a una creciente demanda de proteínas. Ésta condición, a su vez, ha generado un mayor interés en la carne de pescado como fuente de esas proteínas; convirtiéndose la piscicultura en una industria de especial importancia para satisfacer una parte particular de la necesidad de carne de pescado.

Como en toda producción acuícola, los productores sufren pérdidas económicas. Para todos es un hecho que las enfermedades representan la mayor parte de la carga derivada de esas pérdidas monetarias, y en particular, las infecciones fúngicas son una parte esencial de las enfermedades de los peces. Por lo tanto, es de primordial importancia que los productores puedan comprender las características biológicas de las enfermedades fúngicas, diagnosticarlas y tratarlas. En este artículo proporcionamos cierta información sobre las infecciones fúngicas que afectan a las poblaciones de peces.

Saprolegniosis

La saprolegniosis es la enfermedad más frecuente y económicamente más importante causada por hongos, también conocida como hongo de invierno o síndrome de muerte de invierno. Se sabe que *Saprolegnia* tiene aproximadamente 14 géneros y entre 126 y 146 especies, entre las cuales *S. parasitica* y *S. invaderis* son las más comunes. Son los miembros del género *Saprolegnia*, pertenecientes a la familia Saprolegniaceae, que causan la llamada Saprolegniosis y es la enfermedad fúngica

que se observa con mayor frecuencia en las poblaciones de peces de agua dulce y marinos.

La mayoría de las infecciones fúngicas que afectan a los peces se clasifican como infecciones invasivas oportunistas, siendo las condiciones ambientales adversas y el estrés las que principalmente conducen a la supresión en el sistema inmunológico. Con la secreción excesiva de moco, los hongos comienzan a asentarse, esto posteriormente a las infecciones primarias bacterianas y virales. Sin embargo, se conoce que algunas especies de *Saprolegnia* causan enfermedades mortales y primarias, especialmente en el bagre. *Saprolegnia* está presente en los ecosistemas de agua dulce, daña los tejidos epidérmicos en los peces y puede extenderse a todo el cuerpo, comenzando por la cabeza y las aletas. Entre las especies de *Saprolegnia*, *S. parasitica* es una especie altamente virulenta que causa muertes extensas de peces y descomposición en los huevos en el cultivo de salmón y trucha. Las lesiones de la enfermedad se manifiestan en la piel, las branquias y, especialmente, en los huevos de peces en forma de una bocanada de algodón (**Figura 1**).



Figura 1. Infecciones por *Saprolegnia*.

Las colonias de hongos consisten en filamentos muy ramificados llamados hifas. Muchas hifas forman una red de hongos llamada micelio. Como el micelio es la parte vegetativa a través de la cual un hongo absorbe nutrientes, las lesiones pueden ser de diferentes colores debido a los micelios. Dado que los micelios se alimentan de algas, pueden aparecer rojos y marrones. *Saprolegnia* por lo general ataca primero las branquias, luego pasa a infectar el ojo, cerebro, hígado, bazo, riñón y la vejiga natatoria. Diferentes investigaciones han reportado un éxito limitado en el tratamiento. La calidad del agua, particularmente la temperatura, es vital para hacer frente a la enfermedad. Se deben mejorar las condiciones ambientales y se debe realizar la desinfección de huevos y estanques.

Afanomicosis (síndrome ulcerativo epizoótico)

Aphanomyces fue descrito por primera vez 1860 e incluido en la familia Leptolegniaceae debido a su similitud morfológica con esta familia. Incluye alrededor de 45 especies zoonóticas que se encuentran en agua dulce y ambientes marinos. Las especies más reportadas son *Aphanomyces invadans* infectando poblaciones de peces, y *Aphanomyces astaci* que se observa principalmente en artrópodos. *Aphanomyces invadans* es el agente causante del Síndrome Ulcerativo Epizoótico (EUS) y produce mortalidad de hasta el 100% en la acuicultura (Figura 2), observándose con mayor frecuencia en individuos juveniles que en peces adultos. Normalmente, la piel de los peces tiene la función de un sistema de defensa; pero los cambios en los factores ambientales que conducen a un pH más bajo y un menor contenido de oxígeno influyen en el sistema de defensa, lo que lleva a la supresión del sistema inmunológico y, en consecuencia, a la epidemia de EUS en algunos casos. Las infecciones comienzan con la fijación de zoosporas móviles a las áreas dañadas. Las hifas, compuestas de zoosporas, invaden profundamente los tejidos inferiores, causando ulceración excesiva y destrucción en el tejido. La aparición de lesiones cutáneas varía dependiendo de las especies de peces. Los peces levemente infectados muestran solo una inflamación menor sin lesiones externas, pero también hemorragias petequiales en el cuerpo, la boca, así como en la aleta anal y exoftalmos. Las úlceras aparecen como áreas blancas en la piel del pez, que se vuelven completamente rojas con un centro rojizo y luego causan factores externos. A medida que la enfer-

medad progresa, los ojos sobresalen, el cuerpo se descompone y, en algunos casos, la cabeza se erosiona, lo que resulta en la muerte de los peces dependiendo de la gravedad de la enfermedad. Aunque *Aphanomyces invadans* es el agente causal de EUS, se puede aislar de peces infectados con otros virus patógenos (principalmente rabdovirus), bacterias (principalmente *Aeromonas hydrophila*) o protozoos parásitos con *A. invadans*. Estas infecciones causan estrés en los peces y pueden hacerlos más vulnerables a las enfermedades. El verde de malaquita es importante en el tratamiento. Sin embargo, ha sido prohibido en todo el mundo, ya que afecta al medio ambiente y a las personas que trabajan con él. Es una enfermedad difícil de tratar; por lo tanto, es importante proporcionar una nutrición adecuada, una proporción ideal de existencias y condiciones óptimas de calidad del agua.



Figura 2. Úlceras en cuerpo y aletas causadas por EUS.

Branquiomycosis (enfermedad de la podredumbre branquial)

La branquiomycosis es una enfermedad fúngica muy temida en las piscifactorías (principalmente en las granjas de carpa) y se desarrolla en el epitelio branquial y los capilares. Esta enfermedad fúngica, llamada podredumbre branquial, generalmente causa una alta mortalidad de peces, siendo aguda en algunos peces de agua dulce. Generalmente se ve en regiones con un clima cálido. La temperatura del agua, la cantidad de materia orgánica y la alta cantidad de amoníaco en los estanques son los factores críticos que influyen fundamentalmente en el pronóstico de la enfermedad. La branquiomycosis es una infección aguda de las branquias que puede causar alta mortalidad y dificultad respiratoria en muchas especies de peces de agua dulce. También se llama bronquitis gangrenosa. Hay dos agentes aislados de esta enfermedad, *Branchiomyces sanguinis* y *B. demigrans*. Las dos especies tienen características distintivas significativas. *B. demigrans* puede multiplicarse y diseminarse fuera del vaso sanguíneo y difiere de *B. sanguinis* en el sentido de que tiene paredes de hifa más gruesas y espo-

ras más grandes. Ambas especies se ven en peces en ambientes con bajo oxígeno disuelto y pH bajo (5.8-6.5), así como en aquellos que están bajo estrés. La dificultad respiratoria, la pérdida de apetito, el debilitamiento de los movimientos y la falta de alimento se observan en peces infectados. Esta enfermedad, que se manifiesta con la necrosis de las branquias en los peces, causa dificultad respiratoria y se caracteriza por una alta mortalidad debido a las esporas de hongos que caen de las branquias necrosadas (**Figura 3**). No hay cura para la branquiomicosis. Los peces muertos deben ser retirados de los estanques y eliminados. Los peces sobrevivientes son portadores de la infección. Las malas condiciones ambientales constituyen un factor de estrés vital para la inducción de branquiomicosis. Los parámetros de calidad del agua, predominantemente temperatura, oxígeno disuelto y desechos nitrogenados, deben mantenerse en valores óptimos.



Figura 3. Branquias pálidas, necrosadas y obstruidas por causa de branquiomicosis.

Ictiosporidiosis (enfermedades oscilantes)

Es una enfermedad fúngica interna crónica y sistémica de granulomatosis, que es endémica tanto en peces de agua dulce como marinos. El agente causal de la enfermedad es *Ichthyophonus hoferi*. La enfermedad fue descrita por primera vez por Hofer en 1893 en trucha marrón y hoy en día se han descrito casos en más de ochenta especies de peces. El agente se desarrolla a bajas temperaturas y se ha reportado que temperaturas alrededor de los 10 °C favorecen el desarrollo de la enfermedad. La propagación de la enfermedad ocurre a través de peces muertos e infectados, quistes fúngicos en las heces, quistes libres en el agua, y alimentos que contienen hongos. Los nódulos internos surgen principalmente en la región de la piel y la cola (**Figura 4**). Una apariencia similar al papel de esmeril es particularmente notable en los granulomas de los hongos debido a la

pérdida epitelial. Además, afecta el sistema nervioso central, particularmente en los salmónidos, como resultado de lo cual se observan síntomas neurológicos como la natación y el trastorno del equilibrio. La enfermedad ataca principalmente el hígado. Además del hígado, el bazo, el corazón, el riñón, las gónadas, el cerebro, las branquias, los músculos y los tejidos nerviosos detrás de los ojos se ven gravemente afectados. También se ha observado curvatura espinal en algunos peces. El pronóstico de la enfermedad varía según el huésped involucrado y las condiciones ambientales. No hay cura para la enfermedad. Se debe evitar el alimento contaminado y se deben eliminar los factores que causan estrés.

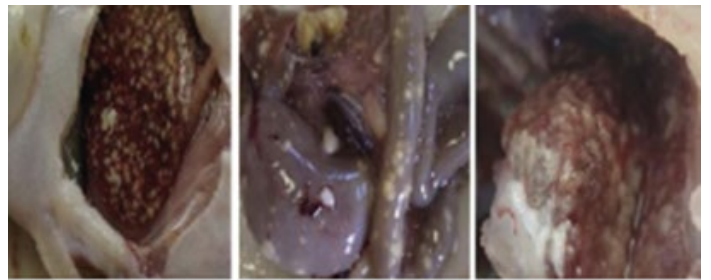


Figura 4. Granulomas formados en hígado e intestino como resultado de Ictiosporidiosis.

Conclusión

Las infecciones fúngicas representan una parte esencial de las enfermedades de los peces. Existe una cantidad considerable de literatura sobre estas enfermedades; sin embargo, es importante continuar estudiando los procesos moleculares subyacentes de los hongos y su interacción con los hospederos.

Esta es una versión elaborada por el cuerpo editorial de "El Acuicultor", del artículo original "Fungal Diseases in fishes" escrito por Filiz Özcan y Neval Berrin Arserim; **publicado originalmente en Black Sea Journal of Agriculture, 2022, Volumen 5, Número 1: 48-52.**

https://www.researchgate.net/publication/355130120_Fungal_Diseases_in_Fish

1^{ER} ALIMENTO SECO EN EL MUNDO PARA LARVICULTURA Y PRECRÍA CON PROBIÓTICOS, ÁCIDOS ORGÁNICOS Y 100% DE SUS PROTEÍNAS DE ORIGEN MARINO

NO CONTIENE INGREDIENTES VEGETALES NI ANIMALES TERRESTRES. NO GMO

Fabricado por microextrusión en frío lo que garantiza la integridad de nutrientes y vitaminas y bajos niveles de lixiviación.



 MEGASUPPLY.
megaphe
promegaBiotic f[®] PF[®] megAcid G[®]

www.megasupply.com | ventasVE@megasupply.net    +58 212 235-6680

CULTIVO DE *ARTEMIA* PARA LA LARVICULTURA INTENSIVA DE PECES Y CRUSTÁCEOS

Brendan Delbos¹, Michael Schwarz² y Reza Ovissipour²

¹Virginia Department of Game and Inland Fisheries.

²Virginia Seafood Agricultural, Research and Extension Centers.

Introducción

En Virginia y en todo Estados Unidos, la acuicultura de peces y camarones de agua dulce y salada se está expandiendo rápidamente. Durante el cultivo de la mayoría de las especies de peces marinos y camarones, así como algunas especies de agua dulce, los alimentos vivos son un componente esencial durante la etapa de larvicultura. Durante ésta, el rotífero es un alimento vivo muy comúnmente utilizado en la transición de las larvas de alimentación endógena (reservas de energía internas) a exógena (externa) y al finalizar la etapa de rotíferos, el alimento vivo más utilizado antes de la conversión de la larva a una dieta seca es la *Artemia* (Figura 1).



Figura 1. *Artemia* recién eclosionada (izquierda) y enriquecida de 24 horas de edad (derecha).

Como fuente de alimento para las larvas, es imperativo que la *Artemia* sea de alta calidad, lo más nutricionalmente completa posible, y se mantenga en este estado hasta que sea consumida por las larvas. Hay cuatro etapas distintas involucradas en el cultivo de *Artemia*. Estas etapas son: (1) descapsulación, (2) eclosión, (3) enriquecimiento y (4) almacenamiento. Es importante destacar que la *Artemia* también representa un vector potencial para la introducción de enfermedades en el sistema de producción de larvicultura. Como tal, los procedimientos de producción y almacenamiento de *Artemia* deben llevarse a cabo utilizando protocolos adecuados de higiene y saneamiento del laboratorio de producción. Este documento proporciona los antecedentes, la justificación y los protocolos de producción detallados para todas las etapas del cultivo de *Artemia* de alta calidad.

Descapsulación de quistes de *Artemia*

Fundamento

La *Artemia* representa uno de los pocos alimentos vivos que se pueden cultivar en cantidades suficientes y son de tamaño apropiado para que las larvas hagan la transición entre rotíferos y dietas de destete. Durante una parte de su ciclo de vida, la *Artemia* hiberna como un quiste desecado que es capaz de soportar condiciones ambientales

extremas durante largos períodos de tiempo. Esto la hace un organismo de fácil almacenamiento (en latas principalmente) y transporte.

Sin embargo, los quistes de *Artemia* pueden causar problemas durante la larvicultura porque:

1. La cáscara del quiste no es digerible y puede provocar obstrucción intestinal cuando es ingerida por la larva.
2. Ocupará espacio en el intestino y podría retener nutrientes
3. Los quistes en sí mismos no tienen valor nutricional.
4. Los quistes son un vector potencial para la introducción de patógenos en el sistema de cultivo.
5. La *Artemia* consume altos niveles de reservas de energía endógenas cuando eclosiona a través de la cáscara del quiste.
6. Los quistes deben separarse físicamente de la *Artemia* viva después de la eclosión.

La descapsulación del quiste de *Artemia* es un proceso mediante el cual la capa externa o corion se elimina químicamente del quiste. Este proceso aborda las preocupaciones mencionadas anteriormente y se ha convertido en una práctica estándar de los criaderos de peces que buscan producir *Artemia* de alta calidad.

Requisitos de descapsulación de *Artemia*

Quistes de *Artemia*: 1 kilogramo (kg)

Recipiente de descapsulación: 20 litros (L)

Lejía de cloro (NaOCl; 5,5%): 8 L a 2-10 grados centígrados (°C)

Hidróxido de sodio (NaOH; 40%): 4 L a 2-10°C

Tiosulfato de sodio (Na₂S₂O₃): 100 g

Malla de cosecha: 100 micrómetros (µm)

Procedimiento de descapsulación de *Artemia*

Hidratación

El primer paso en el procedimiento de descapsulación es la hidratación del quiste de *Artemia*. La hidratación de los quistes permite separar los nauplios del corion, facilitando el proceso de descapsulación. Para este paso, los quistes de *Artemia* se colocan en agua dulce o salada a temperatura ambiente durante aproximadamente una hora, utilizando una concentración de 1 g de quistes por 15 mililitros (ml) de agua. Es importante, durante este paso, mantener una aireación fuerte para mantener los

quistes bien suspendidos. Después de una hora de hidratación, el agua y los quistes hidratados deben drenarse a través de una malla de cosecha de 100 µm. Luego, los quistes concentrados se vuelven a colocar en el envase de descapsulación vacío.

Descapsulación

Para la descapsulación vierta la solución fría de hidróxido de sodio en el recipiente de descapsulación junto con los quistes hidratados, nuevamente asegurándose de que haya una aireación adecuada dentro del envase para mantener los quistes suspendidos. La solución a baja temperatura debe agregarse a los quistes para iniciar el proceso de descapsulación. Debido a que la reacción química durante la descapsulación es exotérmica, es útil comenzar con soluciones químicas enfriadas a una temperatura de 2 a 10 °C. Estas temperaturas iniciales evitarán que la temperatura de la solución química supere los 35 °C, lo que puede dañar los quistes.

A medida que avanza la descapsulación, el corion se elimina químicamente, lo que hace que los quistes cambien gradualmente de color marrón a gris, luego a naranja y finalmente a naranja brillante. Este color naranja brillante indica que el proceso está completo. La flotabilidad del quiste también se puede usar como un indicador de punto final; cuando aproximadamente el 90 por ciento de los quistes se hundan el proceso se completa.

Todo esto debe tomar de uno a tres minutos, pero el tiempo puede diferir debido a las variaciones de temperatura. Los quistes pueden dañarse fácilmente por la sobreexposición a la solución de descapsulación, afectando negativamente la tasa de eclosión resultante. Es imperativo monitorear de cerca el proceso y estandarizarlo para ciertas y determinadas condiciones particulares.

Cosecha

Cuando se determina que los quistes están adecuadamente descapsulados, agregue 75 g de tiosulfato de sodio al recipiente de descapsulación para neutralizar el cloro, luego comience inmediatamente a drenar los quistes en la malla de cosecha. Durante este proceso (**Figura 2**), enjuague con grandes cantidades de agua (fresca o salada) mientras proporciona una amplia aireación a través de una piedra difusora para mantener los quistes descapsulados en suspensión. Cuando se hayan recolectado todos los quistes descapsulados, el tiosulfa-

to de sodio restante debe agregarse a la malla de cosecha. Continúe enjuagando la malla hasta que el agua salga clara y no se pueda detectar la presencia de cloro.



Figura 2. Cosecha de *Artemia* descapsulada.

Almacenamiento

Los quistes descapsulados pueden drenarse del exceso de agua y almacenarse en un recipiente hermético en el refrigerador hasta por dos semanas. Para el almacenamiento a largo plazo (dos meses o más), los quistes deben deshidratarse colocándolos en salmuera aireada (330 g de cloruro de sodio [NaCl] por litro de agua) a la concentración de 1 g de quistes por 20 ml de salmuera durante 24 horas. Luego se pueden drenar y colocar en un recipiente adecuado, cubrir con salmuera fresca y colocar en el refrigerador.

Eclósión de quistes de *Artemia*

Fundamento

Si bien es un proceso sencillo, la eclósión y recolección adecuadas de nauplios de *Artemia* es vital para maximizar la calidad. La estandarización de los protocolos es importante, ya que ligeras desviaciones en el proceso afectan profundamente la tasa de eclósión, la composición nutricional y el tamaño final de los nauplios cosechados. Los quistes de *Artemia* son caros, lo que los convierte en uno de los mayores costos variables para un laboratorio de cría de larvas. Como resultado, se debe hacer todo lo posible para maximizar la tasa de eclósión y la calidad. Además, debido a que el riesgo de contaminación patógena es alto, se deben implementar medidas de bioseguridad para minimizar este riesgo.

Requisitos de eclósión de *Artemia*

Temperatura: 26-30°C

pH: 8.0-9.0

Oxígeno disuelto: > 4 mg/L

Nivel de luz: ~2000 lux

Salinidad: 25-35 ppt

Densidad de eclósión: ≤ 2 g de quistes secos/L (hasta 5 g/L con O₂ suplementario)

Bicarbonato de sodio (NaHCO₃): 0,5 g/L

Antiespumante (a base de silicona): 1 ml/100 L

Procedimiento de eclósión de *Artemia*

Llene un tanque de incubación limpio, de fondo cónico, con agua de mar filtrada a una temperatura entre 26 y 30 °C. Añadir 0,5 g de bicarbonato de sodio/L de agua para mantener el pH entre 8,0 y 9,0 durante todo el proceso de eclósión. Productos antimicrobianos pueden ser usados para ayudar a minimizar el crecimiento de bacterias patógenas en el tanque de incubación. La densidad de siembra adecuada para los quistes no descapsulados es de aproximadamente 2 g por litro.

Cuando se usan quistes descapsulados, se pueden almacenar hasta aproximadamente 5 g/L. Estos números se pueden duplicar mediante el uso de suplementos de oxígeno puro, que es necesario para mantener los niveles de oxígeno disuelto superiores a 4 mg/L. Intentar eclósionar en densidades de siembra más altas puede resultar en daños físicos a los nauplios y una calidad reducida.

Es importante contar con suficiente aireación en la parte inferior del cono para mantener los quistes suspendidos (**Figura 3**). Al incubar grandes volúmenes de quistes, es ventajoso usar un producto antiespumante de grado alimenticio para minimizar la formación excesiva de espuma en el cultivo. Los tiempos de eclosión variarán según la cepa y la edad de los quistes, la temperatura y la salinidad del agua. Por lo tanto, es importante minimizar la variación entre los procedimientos para mantener la consistencia.

Generalmente, la *Artemia* requiere de 18 a 24 horas de incubación para eclosionar. Sin embargo, los quistes descapsulados pueden estar listos para cosecharse después de 16 horas de incubación. Al alimentar nauplios directamente a los peces y crustáceos el momento de la eclosión es muy importante. Si los nauplios permanecen en el tanque de incubación durante mucho tiempo, crecerán demasiado y su calidad nutricional disminuirá. La determinación del punto final de la eclosión debe hacerse a través de la observación microscópica del número relativo de nauplios eclosionados, nauplios pre-eclosionados y quistes no eclosionados.



Figura 3. Cono de eclosión de *Artemia*. Observe los reguladores de inyección de oxígeno puro en la pared y el cable del calentador sumergible en el borde frontal del tanque.

Cosecha de *Artemia*

El procedimiento de recolección varía dependiendo del tipo de quistes que se incubaron, descapsulados o no descapsulados. Al cosechar quistes previamente descapsulados, simplemente drene toda la columna de

agua en una malla de cosecha de 125 μm . Se debe colocar una piedra difusora en la malla para mantener los niveles de oxígeno adecuados mientras se mantienen los nauplios en suspensión. Después de que se hayan recogido todos los nauplios se enjuagan en la malla con agua limpia durante al menos cinco minutos.

Después de enjuagar, se procede a separar las membranas de eclosión (que permanecen intactas después del proceso de descapsulación) de los nauplios. Para hacer esto, se coloca la *Artemia* en un tanque u otro recipiente limpio a una densidad inferior a 5 millones/L. Usando un difusor de oxígeno de microporos se inyecta oxígeno en el tanque. Las diminutas burbujas de oxígeno se adherirán a las membranas y comenzarán a flotar después de unos minutos, donde se pueden desnatar desde la parte superior. Después de quitar las membranas, los nauplios están listos para ser alimentados a la larva, transferidos para un enriquecimiento posterior o almacenados en frío. Si está recolectando quistes no descapsulados, apague el aire durante 10 a 15 minutos. Esto permitirá que los nauplios, así como cualquier quiste no eclosionado, se asienten en la parte inferior del cono, mientras que los quistes eclosionados flotarán hacia la superficie. Hay que tener en cuenta que mantener el aire apagado durante más de 15 minutos puede provocar la asfixia de los animales. Los nauplios de *Artemia* se mueven hacia la luz, por lo que cubrir el tanque y/o colocar una fuente de luz en la parte inferior del cono ayudará en la separación. Después de asentarse, se abre lentamente el drenaje inferior y se drenan los quistes no eclosionados, que saldrán primero.

También se puede sifonear el tanque a unos 5 centímetros del fondo y de esa manera el material sedimentado permanecerá intacto. Los nauplios recién nacidos deben recogerse en la malla de cosecha y enjuagarse durante al menos cinco minutos. Si los nauplios se han asentado correctamente, solo el 75 por ciento de la columna de agua deberá drenarse. Durante la cosecha, verifique la proporción relativa de nauplios a quistes transfiriendo una muestra a un vaso de precipitado de vidrio. Esto ayudará a determinar cuándo finaliza el proceso de cosecha o si se necesita más tiempo para permitir que la *Artemia* se asiente. Los nauplios ahora están listos para ser alimentados a los peces o crustáceos, transferidos al enriquecimiento posterior o colocados en almacenamiento en frío.

Conteo de *Artemia*

El conteo de la *Artemia* cosechada es necesario para determinar las tasas de dosificación precisas para la

alimentación y el enriquecimiento, y como control de calidad para la eclosión. Las tasas de eclosión variarán según la cepa y la edad de los quistes, pero en términos generales, los usuarios experimentados deben ver tasas de eclosión de 200,000 o más nauplios por gramo de quistes no descapsulados. Si bien hay una serie de métodos utilizados para contar *Artemia* eclosionada (dos se presentan a continuación), es importante elegir el más adecuado y atenerse a él con el objetivo de desarrollar protocolos de conteo estandarizados y minimizar la variación.

Método 1:

Después de cosechar y enjuagar la *Artemia*, almacénala en un recipiente limpio y bien aireado a una densidad menor a 5 millones / L. Para contar la *Artemia* se debe recolectar una pequeña submuestra del recipiente de almacenamiento, bien mezclada, y diluirla 10 veces. Cargue una cámara Sedgwick Rafter (**Figura 4**) con 1 ml de la muestra diluida y agregue una o dos gotas de formalina o solución de Lugol para inmovilizar la *Artemia*. Cuente con bajo aumento y registre el número de nauplios intactos y de aspecto saludable. El conteo debe realizarse dos o tres veces para determinar un promedio. Multiplique el promedio por 10 (tasa de dilución) para determinar el número de *Artemia* por mililitro en el recipiente de almacenamiento.

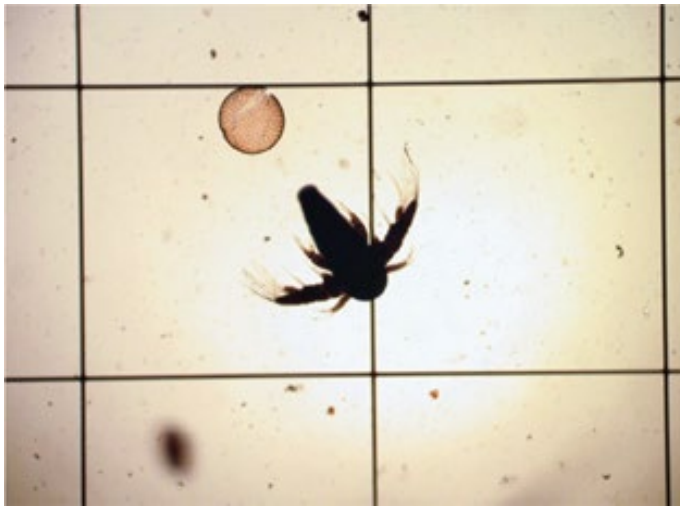


Figura 4. *Artemia* recién eclosionada sobre la cámara de conteo Sedgwick Rafter. El objeto circular es el quiste del que acaba de nacer la *Artemia*.

Método 2:

Concentrar la *Artemia* enjuagada en 10 L de agua salada utilizando una aireación vigorosa. Recoger 10 ml de

Artemia y añadir a 990 ml de agua salada. Recoger 1 ml de muestra con una pipeta y contar el número de *Artemia* viva dentro de la pipeta. Devuelva la muestra al recipiente, revuelva y repita el proceso de 5 a 10 veces, luego determine el promedio. Este valor multiplicado por 1 millón (tasa de dilución) es igual al número total de *Artemia*.

Enriquecimiento de *Artemia*

Fundamento

Antes de ser suministrados a las larvas, los nauplios de *Artemia* generalmente se alimentan con una dieta especializada para aumentar su tamaño y perfil nutricional. Si bien los nauplios de *Artemia* recién nacidos son ricos en proteínas carecen en gran medida de los ácidos grasos beneficiosos necesarios para el crecimiento y desarrollo adecuados de la mayoría de las larvas, específicamente las de las especies marinas.

Requisitos de enriquecimiento de *Artemia*

Temperatura: 25°C

pH: 8.0-8.5

Oxígeno disuelto: > 4 mg/L

Salinidad: 20-30 ppt

Densidad: ≤ 300 nauplios/ml

Dosis de DC DHA: 0.6 g/L

Duración del enriquecimiento: 20-24 horas

Procedimiento de enriquecimiento de *Artemia*

Hay una serie de productos de enriquecimiento de *Artemia* disponibles comercialmente. Debido a que estos productos tienen diferentes ingredientes, perfiles nutricionales y protocolos de enriquecimiento, depende de los gerentes de los laboratorios decidir qué producto es el más adecuado para sus condiciones y especies. Una vez que se elige un producto de enriquecimiento, es importante que se desarrollen protocolos estandarizados y se sigan estrictamente. Ligeros cambios en la temperatura o el tiempo de enriquecimiento, por ejemplo, pueden tener efectos significativos sobre el tamaño y la calidad nutricional del producto final.

La preparación de *Artemia* enriquecida requiere un plazo de dos días: se requiere un día para la eclosión de *Artemia* y un segundo día para el proceso de enriquecimiento. Tener un segundo tanque de enriquecimiento es neces-

rio para facilitar este proceso. Al igual que con la eclosión, un tanque con fondo cónico es ideal para el enriquecimiento, ayuda a garantizar una mezcla adecuada y un drenaje completo durante la cosecha. Antes de la siembra, el tanque de enriquecimiento debe llenarse con una cantidad adecuada de agua, y los parámetros de calidad de ésta (salinidad, temperatura y pH) ajustarse para que coincidan con los requisitos enumerados anteriormente.

Es importante comenzar el proceso de enriquecimiento con nauplios sanos y de alta calidad. Los nauplios que están dañados o letárgicos antes del enriquecimiento darán como resultado una absorción de nutrientes subóptima. Se debe tener cuidado para eliminar los quistes eclosionados (quistes no decapsulados) o las membranas de eclosión de quistes descapsulados como se describe en la sección de eclosión de *Artemia*. Los nauplios de *Artemia* también deben enjuagarse bien antes de almacenarse en el tanque de enriquecimiento. Esto es especialmente importante cuando se utiliza un controlador o antiespumante durante el proceso de eclosión, ya que los ingredientes de estos productos pueden interferir con la absorción del producto enriquecedor.

Durante el enriquecimiento, se debe aplicar una aireación vigorosa a través del fondo del tanque, y los niveles de oxígeno disuelto deben controlarse estrechamente durante todo el proceso (**Figura 5**). El uso de oxígeno suplementario durante esta etapa probablemente será necesario para mantener los niveles por encima de 4 mg/L. La temperatura también debe mantenerse a 25 °C mediante el uso de calentadores sumergibles o bolsas de hielo, según lo dicten las condiciones ambientales.



Figura 5. Múltiples conos de enriquecimiento de *Artemia*. Tenga en cuenta una aireación fuerte.

Cosecha

Al final del proceso de enriquecimiento, todo el volumen de agua debe drenarse en una malla de cosecha de 125 µm con suficiente aireación para mantener la *Artemia* enriquecida en suspensión. Los niveles de oxígeno deben ser monitoreados de cerca en la malla de cosecha. La malla que contiene la *Artemia* debe enjuagarse bien durante cinco minutos o hasta que el agua salga clara. A partir de entonces, la *Artemia* debe transferirse a un recipiente que contenga agua limpia de un volumen conocido, airearse vigorosamente y determinar el número como se discutió anteriormente. Si la *Artemia* no se suministra a las larvas inmediatamente, debe colocarse directamente en almacenamiento en frío, como se describe a continuación. Es importante considerar que la *Artemia* enriquecida será más grande, y se debe tener en cuenta el tamaño de las especies larvales y la abertura de la boca.

Almacenamiento en frío

La *Artemia* no utilizada en la alimentación de las larvas o enriquecida, necesita ser almacenada inmediatamente en condiciones de frío. El almacenamiento en frío de la *Artemia* disminuye drásticamente su metabolismo, lo que reduce directamente el crecimiento y el metabolismo de sus reservas de proteínas y lípidos. La *Artemia* debe almacenarse entre 2 y 10 °C, con una aireación adecuada para evitar que se sedimente (**Figura 6**). Un termómetro digital económico con una sonda de temperatura facilita la verificación de la temperatura dentro del rango adecuado para mantener viva la *Artemia* y sus reservas de proteínas y lípidos. En estas condiciones, la *Artemia* puede concentrarse hasta 5.000/mL y almacenarse hasta por espacio de 24 horas. Botellas de refresco o de agua, de un litro, se pueden llenar con agua salada, tapar y congelar para hacer prácticos envases con hielo para el control de la temperatura. Se pueden tomar de dos a cuatro botellas de un litro para mantener la temperatura deseada hasta por doce horas, es importante tener dos o tres veces esa cantidad de botellas de hielo para que puedan rotarse y colocarse de nuevo al congelador mientras se reemplazan con botellas congeladas.



Figura 6. Artemia en frío. Jarras de hielo para el control de la temperatura y línea de aireación para mantener la Artemia suspendida.

Puede acceder al artículo original: Delbos, B.C., Schwarz, M., & Ovissipour, R. (2019). Artemia Culture for Intensive Finfish and Crustacean Larviculture. Virginia Cooperative Extension and Virginia Sea Grant (VSG-19-26), a través del siguiente enlace:

<https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/93466/CNRE-60.pdf>



Sociedad Venezolana
de Acuicultura

PROMOCIONA TU EMPRESA CON LA SOCIEDAD VENEZOLANA DE ACUICULTURA

SOPORTES #SVA DONDE PUEDES
PUBLICITAR



WEBINARS
EN VIVO



BOLETÍN
MENSUAL



PÁGINA
WEB



REVISTA
EL ACUICULTOR





debeca

mayor de ferretería

FEBECA, C.A. es una empresa emblemática en el ramo ferretero, en el cual ha descollado a nivel nacional por más de seis décadas. Sus amplias y cómodas instalaciones en **Valencia** son un verdadero universo de productos y servicios de gran valor para todas las actividades económicas, pero especialmente para las acuícolas.

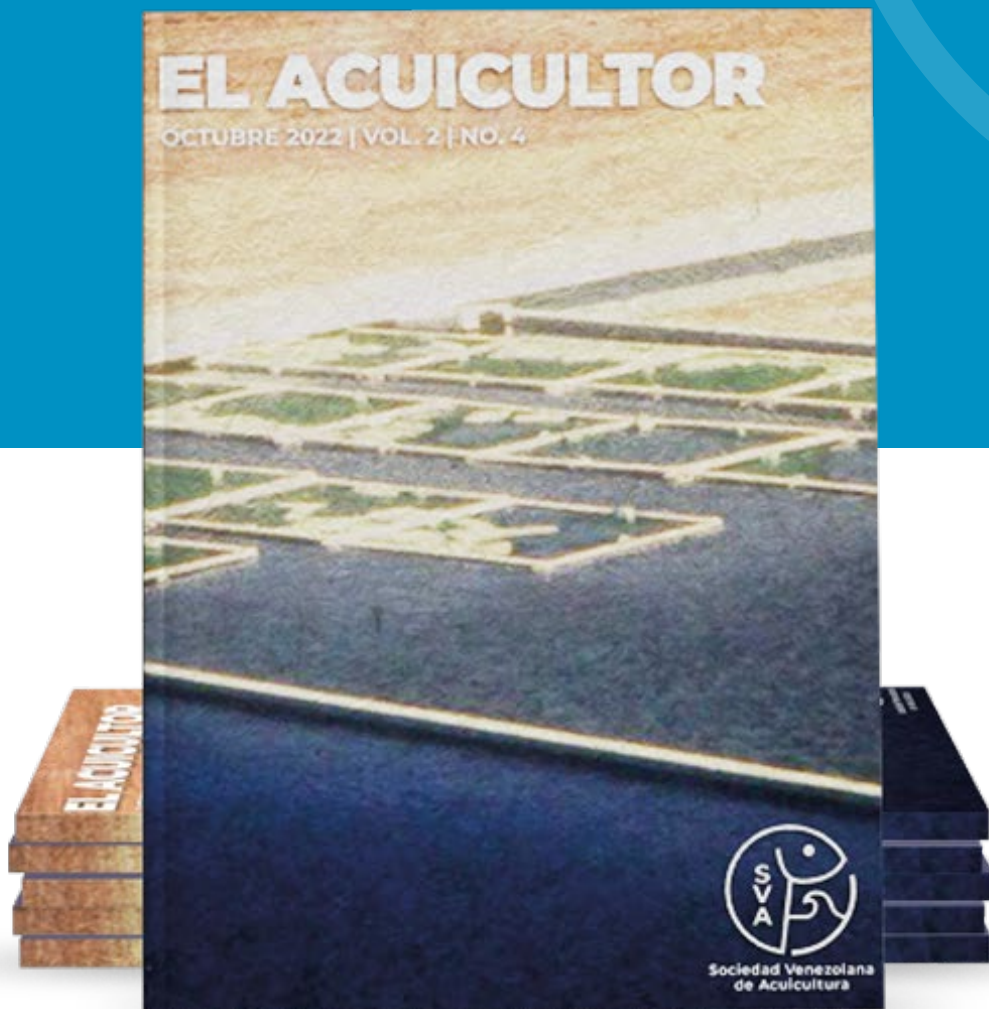
Es por ello que nos complace mucho anunciar la incorporación de **FEBECA** como miembro corporativo de la SVA. Esta alianza con seguridad redundará en mayores y mejores beneficios para el sector acuicultor a la vez que reforzará los objetivos organizacionales de la empresa.

¡Vamos con todo, FEBECA, a lograr los mayores éxitos!

**EL
ACUICULTOR**
UNA REVISTA DE LA SVA

PROMOCIONA CON EL ACUICULTOR

TU MARCA O PRODUCTO EN EL ESPACIO IDEAL
DEL EMPRESARIO ACUICULTOR



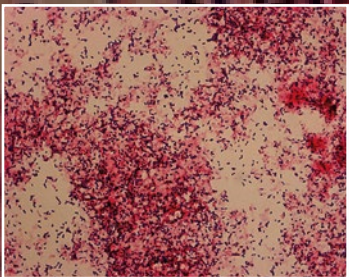


Sociedad Venezolana
de Acuicultura

IMAGEN DE PORTADA

Autor: (Dave Thompson/USFWS)

Sección teñida de riñón de un
salmónido mostrando la bacteria
Renibacterium salmoninarum,
causante de BKD en trucha arcoiris.



www.svacuicultura.org

