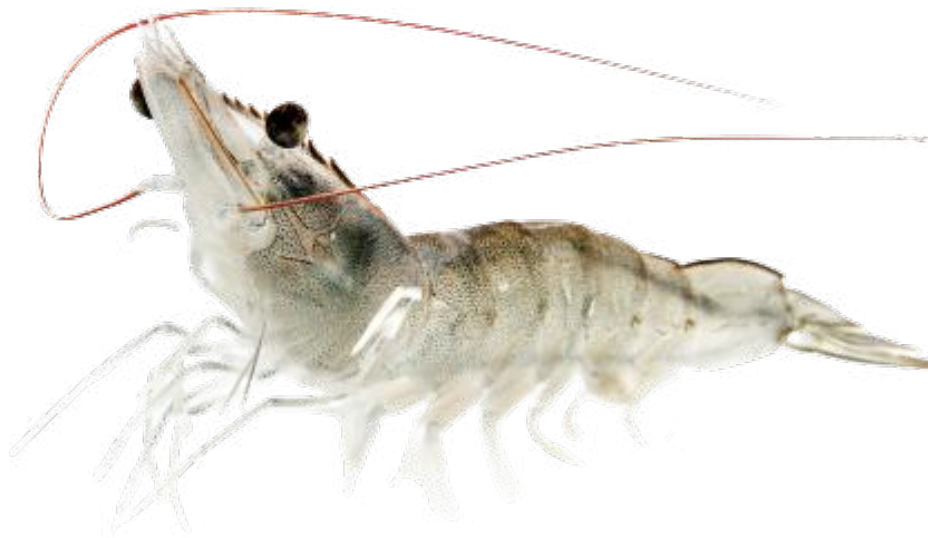
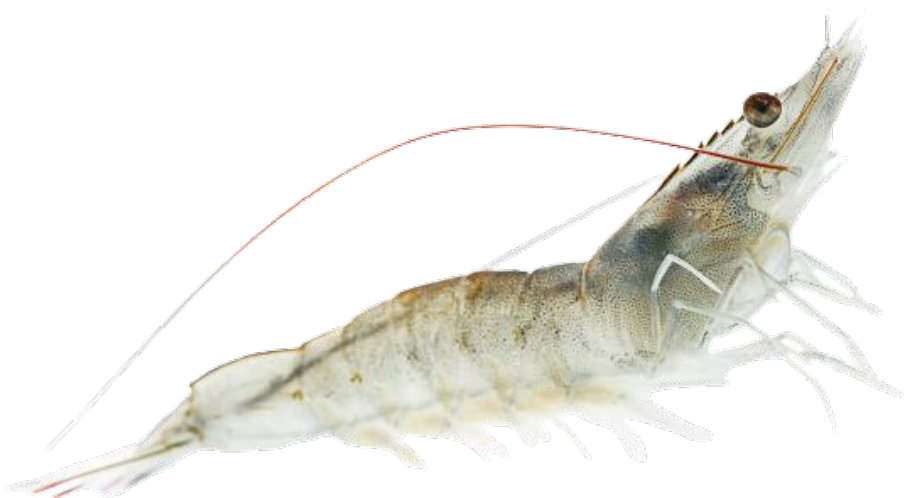


EL ACUICULTOR

ENERO 2022 | VOL. 2 | NO. 1



LA ACUICULTURA A PEQUEÑA ESCALA



Sociedad Venezolana
de Acuicultura



JUNTA DIRECTIVA

PRESIDENTE

Eduardo Castillo

VICEPRESIDENTE

Héctor Rincón

SECRETARIO

Alex Guevara

TESORERO

José Patti

VOCALES

Abraham Mora

Daniel Arana

Víctor Blanco

Raúl de la Fuente

SUPLENTE

José Curiel

Eugenio García

Mario Aguirre

DIRECTOR EJECUTIVO

Arnaldo Figueredo

DIRECTORA EJECUTIVA

Marcia Guevara

GRACIAS A NUESTROS PATROCINANTES



CONTACTO

Web: svacuicultura.org

Email: sociedadvenezolanadacuicultura@gmail.com



Sociedad Venezolana de Acuicultura



4. Nota del Editor

6. Cultivo de camarón a pequeña escala en climas templados durante todo el año

21. Introducción a la acuicultura ornamental: Iniciando un negocio, parte I

27. Eugenio García-Franco, un pionero de la acuicultura tropical, fortalecedor de la marca Venezuela

42. ¿Inyectores o mangueras de aire?

49. Uso de fertilización simbiótica en precriaderos de camarones marinos

58. Resurge la camaronicultura en coche, Venezuela

64. Influencia del biomineral Lithothamnium, bicarbonato de sodio e hidróxido de calcio y magnesio sobre la dureza total, alcalinidad y pH en agua oligohalina

72. El sector acuícola en Egipto y tendencias actuales para la mitigación de amenazas potenciales



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



POLIQUETOS CONGELADOS

FROZEN OCEAN™

**Nacen, crecen,
se reproducen, reproducen,
reproducen, reproducen
y venden.**

100% Bioseguro, natural.



Esterilizado por
Irradiación Gamma.

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

Provee proteínas y lípidos
altamente digeribles.



POLIQUETOS Cosechas que crecen y crecen.

USA www.megasupply.com . +1 305 381-0210
VENEZUELA www.megasupply.net . +58212 235 6680
orders@megasupply.net

Hagamos acuicultura juntos 
MEGASUPPLY.

EDITORIAL

LA ACUICULTURA ARTESANAL

Actualmente se ve a la acuicultura como una actividad económica más de las muchas que se ejecutan por empresas con criterios organizacionales modernos. De hecho, una actividad tan importante que puede constituirse en un sector primordial para un país, como lo es el cultivo de camarón en Ecuador, compitiendo regularmente con el banano y el petróleo como el primer rubro generador de divisas.

Pero la acuicultura también puede ser una actividad artesanal, ejecutada por núcleos sociales pequeños o familias para atender necesidades más locales. Aunque no nos resulte tan familiar este enfoque, aún se emplea en extensas regiones del planeta, mostrando una relevancia que trasciende lo meramente nutricional, para convertirse en cultural.

Desde sus orígenes, en remotas civilizaciones antiguas, la acuicultura se asoció a prácticas artesanales. Una actividad que permitía a un pequeño grupo humano asegurar su sustento, sin depender del azar de la pesca o la caza. Este enfoque es de un impacto muy local, pero de primera importancia para cada una de esas pequeñas comunidades y, por extensión, puede tener un importante impacto demográfico.

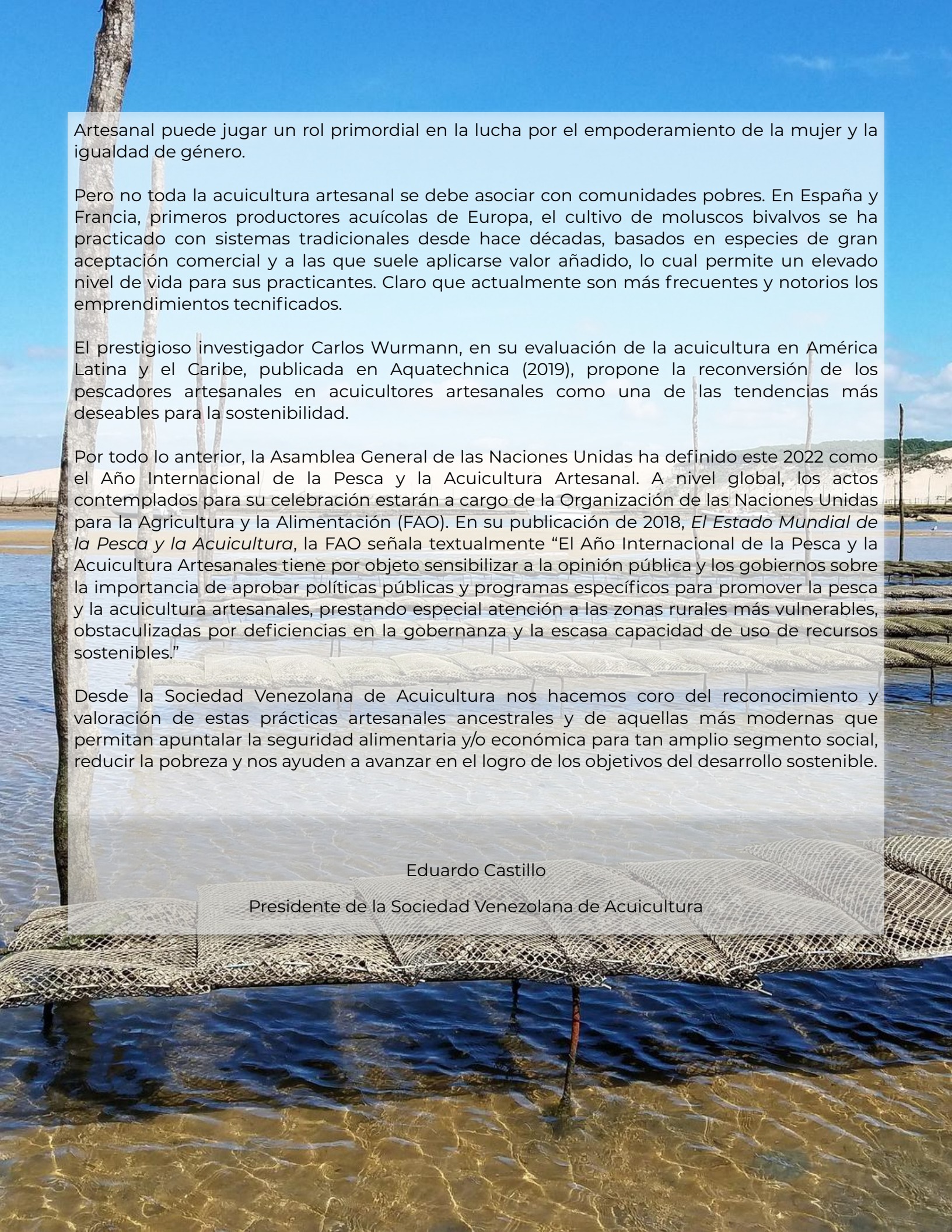
Es muy nutrido el grupo humano que vive en ambientes costeros, lacustres o ribereños, algunos sumidos en la pobreza, sometidos a privaciones de toda naturaleza (alimentos, servicios, atención, etc.), donde

no existen más alternativas válidas para el desempeño laboral. Es allí donde la acuicultura artesanal puede generar los máximos beneficios que incluyen acceso a alimento de calidad y fresca superior, estructura y organización laboral y social, e ingresos económicos, alejando flagelos nocivos como el narcotráfico y el contrabando que suelen aprovecharse de su susceptibilidad. Asimismo, la Acuicultura



AÑO INTERNACIONAL DE
**LA PESCA Y
LA ACUICULTURA
ARTESANALES**

2022



Artesanal puede jugar un rol primordial en la lucha por el empoderamiento de la mujer y la igualdad de género.

Pero no toda la acuicultura artesanal se debe asociar con comunidades pobres. En España y Francia, primeros productores acuícolas de Europa, el cultivo de moluscos bivalvos se ha practicado con sistemas tradicionales desde hace décadas, basados en especies de gran aceptación comercial y a las que suele aplicarse valor añadido, lo cual permite un elevado nivel de vida para sus practicantes. Claro que actualmente son más frecuentes y notorios los emprendimientos tecnificados.

El prestigioso investigador Carlos Wurmman, en su evaluación de la acuicultura en América Latina y el Caribe, publicada en *Aquatechnica* (2019), propone la reconversión de los pescadores artesanales en acuicultores artesanales como una de las tendencias más deseables para la sostenibilidad.

Por todo lo anterior, la Asamblea General de las Naciones Unidas ha definido este 2022 como el Año Internacional de la Pesca y la Acuicultura Artesanal. A nivel global, los actos contemplados para su celebración estarán a cargo de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). En su publicación de 2018, *El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura*, la FAO señala textualmente “El Año Internacional de la Pesca y la Acuicultura Artesanales tiene por objeto sensibilizar a la opinión pública y los gobiernos sobre la importancia de aprobar políticas públicas y programas específicos para promover la pesca y la acuicultura artesanales, prestando especial atención a las zonas rurales más vulnerables, obstaculizadas por deficiencias en la gobernanza y la escasa capacidad de uso de recursos sostenibles.”

Desde la Sociedad Venezolana de Acuicultura nos hacemos coro del reconocimiento y valoración de estas prácticas artesanales ancestrales y de aquellas más modernas que permitan apuntalar la seguridad alimentaria y/o económica para tan amplio segmento social, reducir la pobreza y nos ayuden a avanzar en el logro de los objetivos del desarrollo sostenible.

Eduardo Castillo

Presidente de la Sociedad Venezolana de Acuicultura

CULTIVO DE CAMARÓN A PEQUEÑA ESCALA EN CLIMAS TEMPLADOS DURANTE TODO EL AÑO

Andrew J. Ray¹ y Robert Rode²

¹Aquaculture Production, Kentucky State University.

²Purdue University's Aquaculture Research Lab.

INTRODUCCIÓN

El interés en la acuicultura del camarón en recintos cerrados como alternativa de producir productos marinos de alta calidad, frescos y nunca congelados está creciendo prácticamente en todo el mundo. Este sistema productivo de camarón permite a los acuicultores acceder a un nicho de mercado donde los consumidores están dispuestos a pagar un mayor precio por productos alimenticios de primera calidad, cultivados localmente. La región centro norte de los Estados Unidos tiene una variedad de mercados de consumo que pueden ser adecuados para la producción de camarón fresco, aunque existen algunos desafíos únicos que deben abordarse para poder producir todo el año. El propósito de esta publicación es informar a los lectores sobre algunas de las técnicas específicas que se pueden utilizar para

producir camarones en recintos cerrados, tierra adentro. Existe una variedad de enfoques para producir camarones, esta publicación se centra en un método en particular. Los productores deben evaluar diversos temas, como la dinámica de la calidad del agua, interacciones entre la calidad del agua y los animales en producción, así como un plan de negocios detallado, específico a la ubicación del proyecto y posibles puntos de venta del producto en detalle. Como ocurre con cualquier tipo de cultivo, el cultivo de camarón tiene riesgos inherentes, como la pérdida de cosechas o la incapacidad de vender el producto con cierto beneficio. Los interesados en cultivar camarón deben hacer una buena investigación antes de realizar una inversión. Los riesgos se pueden minimizar comenzando con algo pequeño.

DISEÑO DE SISTEMAS

Edificios

En climas templados, un edificio aislado térmicamente es apropiado para la producción de camarón durante todo el año. Los beneficios de un recinto cerrado, aislado térmicamente, facilita tasas de crecimiento más rápidas que en invernaderos o lagunas, incluso en los meses más cálidos. El edificio debe estar ventilado para evitar la acumulación de dióxido de carbono y exceso de humedad. El dióxido de carbono puede ser tóxico para los trabajadores y reducir el pH y oxígeno disuelto (OD) en los tanques de producción. La humedad favorece el crecimiento del moho, el cual puede causar enfermedades si estas gotas caen en los tanques de producción. Las superficies del edificio deben estar protegidas contra la humedad que se genera en el interior de recintos acuícolas cerrados. Dado que la humedad

contiene sal, en granjas camaroneras, se hace especialmente corrosiva para el metal y dañina para la madera. Para obtener mayores detalles, consulte North Central Publicación FS128 del Centro Regional de Acuicultura (NCRAC) Edificios para Operaciones Acuícolas.

Tanques

Las piscinas portátiles son económicas en costo y ahorro lo cual, comparado con otros tipos de tanques, hace que se conviertan en la elección favorita de muchos pequeños productores. Sin embargo, a largo plazo la durabilidad de las piscinas es incierta, ya que los revestimientos pueden comenzar a tener fugas y los soportes metálicos a oxidarse. Los revestimientos de piscinas no deben contener alguicidas u otros

productos químicos destinados a reducir el crecimiento de microorganismos ya que estos productos químicos pueden ser tóxicos para el camarón. Se debe tener cuidado para proteger los revestimientos y soportes metálicos de la abrasión, o se puede utilizar materiales más gruesos. Los revestimientos deben enjuagarse antes de ser usados, y todo el equipo debe ser apto para uso alimenticio. La altura ideal para los tanques es de aproximadamente 1,20 metros y el nivel del agua debe ser de aproximadamente 90 centímetros. Esta profundidad permite el tiempo de contacto adecuado para las burbujas de aire que se mueven a través de la columna de agua. Los tanques deben cubrirse con una malla de

tamaño lo suficientemente pequeño para evitar que los camarones se escapen, pero suficientemente grande para permitir el paso del alimento. El salto de camarones fuera del tanque se torna más problemático a medida que los animales crecen.

Aireación

La forma más sencilla de airear el agua es con un soplador regenerativo. Hay una variedad de opciones con respecto a los sopladores. Los fabricantes deben poder recomendar un modelo para aplicaciones específicas basadas principalmente en el volumen de aire producido y la presión requerida. Generalmente, se necesitan tres pies cúbicos por minuto (CFM) de aire por libra de alimento por día. Con respecto a la presión, es prudente calcular la profundidad del agua y agregar aproximadamente otro 15% al cálculo. Con esto consideramos la resistencia en las líneas de aire y en los difusores. En situaciones particulares hay que agregar más presión si existe una gran cantidad de curvas en las líneas de aireación. Un tubo de enfriamiento de metal de gran diámetro y paredes delgadas es recomendado entre la salida del soplador y la tubería de aire de PVC (Figura 1)



Figura 1. Un soplador regenerativo con un tubo de enfriamiento. Dos filtros de aire evitan que entren residuos en el soplador y deben ser examinados con regularidad y limpiarlos si es necesario.

de lo contrario, el aire caliente del soplador puede dañar el PVC. En el tanque, las válvulas deben instalarse de modo que la cantidad de aire que va a cada difusor pueda ajustarse y así regular los cambios de presión en la línea dependiendo de la profundidad del agua y la limpieza de los difusores. Se debe utilizar manguera de vinilo para conectar la tubería de PVC a los difusores. Los difusores deben colocarse en la parte inferior del tanque y espaciados uniformemente. Estos ocasionalmente se obstruyen, deben retirarse y limpiarse según sea necesario con un ácido diluido (como el ácido muriático).

Filtración de sólidos

Las partículas (sólidos) en el agua deben permanecer en suspensión; si los sólidos se acumulan en el fondo del tanque se puede generar amoníaco y éste hacer que el sistema sufra una baja de oxígeno o volverse anaeróbico. Los sólidos anaeróbicos pueden producir sulfuro de hidrógeno, que es muy tóxico para los camarones y puede ser detectado por un olor a huevo podrido. Si tal olor está presente, trate de no perturbar el lodo que lo está produciendo e intente evitar que el material se

mezcle con el agua. El exceso de sólidos en el agua puede provocar obstrucción de las branquias, bajo oxígeno disuelto, e infecciones bacterianas.

La filtración de sólidos se logra mediante el uso de un fraccionador de espuma y un sedimentador. Los fraccionadores eliminan las partículas más pequeñas mientras que los sedimentadores eliminan partículas más grandes. Contar con ambos tipos de filtro permite una mejor gestión del sistema. Los fraccionadores comprados a proveedores pueden tener un costo prohibitivo; las unidades hechas en casa pueden ser tan efectivas como los modelos comerciales y por una fracción del costo de un

equipo de casa comercial (Figuras 2 y 3 ilustran un tipo de fraccionador; otra opción son los que operan con una válvula Venturi). Los tanques de fondo cónico funcionan mejor como sedimentador, pero un tambor de almacenamiento de líquido estándar es una alternativa adecuada (Figuras 4 y 5). El tamaño adecuado de un sedimentador debe ser aproximadamente el 1,25% del volumen total del tanque de cultivo donde se encuentra adherido y para el cual se pueden utilizar varios filtros en línea. Tanques de cultivo de volumen grande o tanques sembrados a densidades altas requieren una filtración de sólidos más efectiva. Normalmente, el fraccionador se mantiene

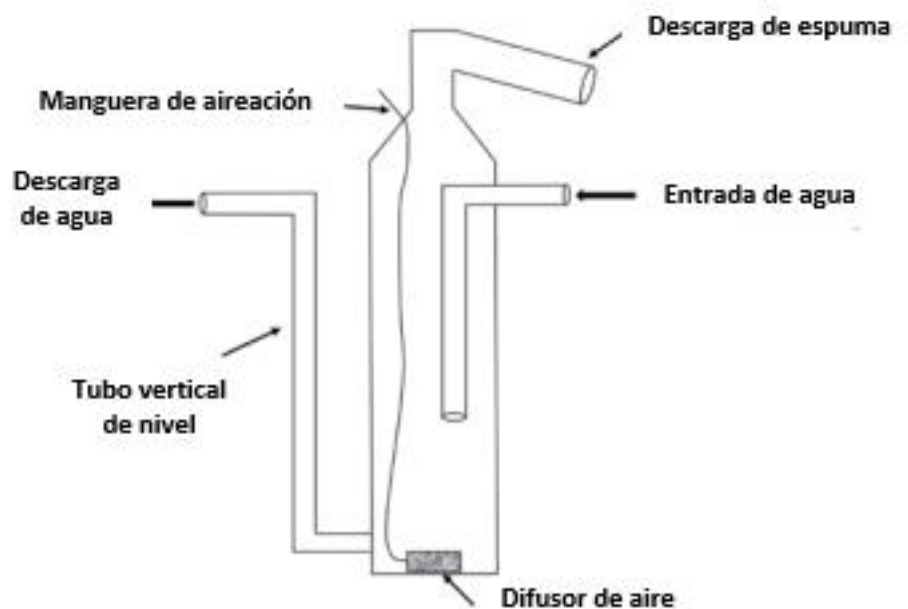


Figura 2. Diagrama de un fraccionador de espuma casero. Tubería de entrada y salida atraviesan el cuerpo del fraccionador a través de juntas de goma o bridas. La salida es un tubo vertical que girándose en la brida ajusta el nivel del agua dentro del fraccionador.



Figura 3. Fraccionador de espuma casero. Una válvula cerca de la entrada se utiliza para ajustar el flujo. Una bomba sumergible manda agua a este filtro.

separado de los otros filtros para que el caudal a través del fraccionador se pueda ajustar de forma independiente.

El lodo que se forma en el fondo del sedimentador debe retirarse con regularidad. Tener un drenaje en el fondo del sedimentador ayuda con este proceso. La forma más eficiente para eliminar el lodo es bombear el agua relativamente clara de la parte superior del filtro y luego verter el lodo espeso por el drenaje del fondo. Se debe permitir que el sedimentador se asiente durante al menos 30 minutos antes de la remoción de lodos para asegurar que los sólidos han tenido tiempo de sedimentarse. El

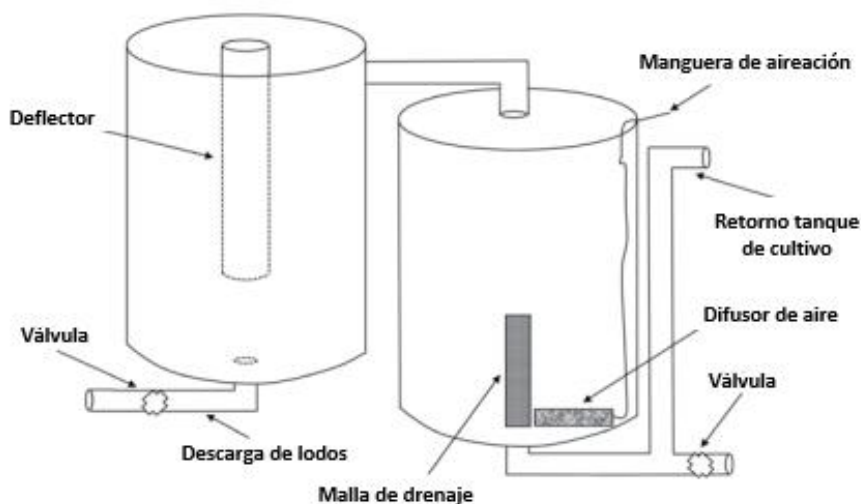


Figura 4. Diagrama de un sedimentador simple y un biofiltro. El agua entra por el deflector del sedimentador (una tubería de diámetro mayor o tubería corrugada) que hace que la velocidad del agua y sólidos disminuya y sedimente las partículas en suspensión. El agua luego fluye a través del biofiltro y regresa al tanque de cultivo.



Figura 5. Sedimentador simple y biofiltro. El sedimentador está más alto para permitir que el agua pase al biofiltro por gravedad. Los filtros se apoyan en bloques de hormigón. Note las superficies protegidas en el recinto y el tanque cubierto.

fraccionador y los difusores también deben limpiarse y ajustarse periódicamente para asegurar la producción de una espuma espesa. La forma más sencilla de medir sólidos es utilizando un cono de Imhoff. Uno de los inconvenientes del cono de Imhoff es que algo de material puede permanecer en suspensión, lo que produce una lectura incorrecta. Para medir sólidos, un litro de agua del tanque de producción se vierte en el cono y se deja reposar durante una hora. Se lee la cantidad de sólidos sedimentados en la escala que provee el cono en ml/L. Los sólidos sedimentables deben mantenerse por debajo de 15 ml/L, y en sistemas con biofiltro

externo los sólidos deben mantenerse lo más bajos posible. Con experiencia, los técnicos pueden considerar la claridad del agua como otro indicador de los niveles de sólidos en el tanque. Un turbidímetro, que generalmente se mide en Unidades de Turbidez Nefelométrica (NTU), es una buena forma de medir la claridad del agua, aunque estos equipos son algo costosos.

Biofiltración

La biofiltración primaria se refiere al proceso de eliminación o convertir amoníaco (NH_3). El amoníaco es excretado por animales acuáticos y es altamente tóxico. Operando un biofiltro externo es la forma más sencilla de resolver el problema de la acumulación de amoníaco, aunque el enfoque "biofloc" es una alternativa que utilizan algunos productores. El biofloc se refiere al manejo de la comunidad microbiana en la columna de agua para realizar biofiltración. Debido a la relativa complejidad del sistema biofloc, ha sido difícil para los nuevos acuicultores implementar esta tecnología. Por lo tanto, el enfoque de esta publicación está en biofiltración externa para reducir el riesgo. El propósito del biofiltro es albergar una comunidad de

Parámetro	Instrumento	Valor Ideal	Valor Peligroso
Temperatura	Sonda o Termómetro	82-84 °F (~28,5°C)	< 64°F (18°C), > 92°F (32°C)
Oxígeno	Sonda	> 5 mg/L	< 3,5 mg/L
pH	Sonda	7,5-8,0	< 7,0 - > 8,5
Salinidad	Sonda o Refractómetro	10-20 ppt	< 5 ppt
Amoniaco	Colorimetría	< de 0,2 mg/L	> 1,0 mg/L
Nitrito	Colorimetría	< de 1,0 mg/L	> 5,0 mg/L
Nitrato	Colorimetría	< de 100,0 mg/L	> 250,0 mg/L
Sólidos	Cono de Imhoff	15 ml/L	> 25,0 mg/L
Turbidez	Medidor de turbidez	30 NTU	> 80 NTU

Tabla 1. Parámetros más importantes de calidad de agua. La temperatura, el OD y el pH deben medirse diariamente en los tanques de cultivo. En otras palabras, el agua no debe retirarse ni analizarse en ningún otro lugar. Salinidad, amoníaco, nitrito y sólidos deben medirse al menos una vez por semana. El nitrato debe medirse cada dos semanas. En general, los parámetros deben medirse con más frecuencia si se detectan problemas. Consulte las Figuras 9, 10 y 11 para ver ejemplos de equipos de medición de parámetros de calidad del agua.

bacterias nitrificantes que conviertan el amoníaco en nitrito (NO_2) y posteriormente convertir el nitrito en nitrato (NO_3). Ambos compuestos, NH_3 y NO_2 , son tóxicos a concentraciones relativamente bajas (Tabla 1). Siempre que a las bacterias nitrificantes se les

proporciona el entorno correcto y se les da tiempo para colonizar el material filtrante, el amoníaco y el nitrito no deberían acumularse.

Se puede construir un biofiltro externo a partir de un tambor de 200 litros de capacidad, similar a un

sedimentador (Figuras 3 y 4). El biofiltro debe contener material plástico pequeño (a menudo denominado biomedio), aproximadamente de 0,6 a 1,2 centímetros, lo que proporciona un área de superficie adicional para la colonización bacteriana. El medio filtrante adquiere un color marrón, limo que crece en él. Este medio filtrante debe mantenerse en movimiento y aireado a través de un difusor de aproximadamente 30 centímetros colocado en la parte inferior del filtro. Un difusor de este tamaño ofrece aproximadamente un CFM de aire, que es apropiado para un biofiltro con una capacidad de 200 litros. Sin embargo, si la aireación es muy fuerte, las bacterias se pueden desprender del material filtrante. El agua debe moverse a través de todo el volumen del recipiente para maximizar el tiempo de contacto. Se debe utilizar una tubería de salida con malla para evitar que el material filtrante se escape del sistema (Figura 6). Generalmente, los biofiltros deben contener alrededor de un pie cúbico de biomedio por cada 350 gramos de alimento proporcionado por día. La biomedio suele tener una superficie de aproximadamente 250-300 pies²/pie³, aunque el

fabricante siempre puede determinar y recomendar alternativas dependiendo de lo que se quiera. Alrededor del 50-70% del volumen total del biofiltro debe llenarse con biomedio. Si el tambor queda demasiado lleno, el material filtrante no se moverá bien y el contacto con el agua será limitado.

Al igual que con los sedimentadores, los sólidos que se acumulan en la parte inferior de los biofiltros deben retirarse con regularidad. Si el material filtrante llegara a obstruirse, debe ser suavemente agitado para desalojar parte de la biomasa bacteriana. Ésta debe eliminarse junto con el lodo en el fondo. El caudal de filtrado debe ajustarse de manera que todo el volumen del tanque de producción pase a través de los filtros al menos tres veces al día. Es importante mantener siempre el material filtrante húmedo; si se seca, las bacterias morirán.

FACTORES DE CALIDAD DEL AGUA

Temperatura

La temperatura tiene el mayor efecto sobre la tasa de crecimiento de los camarones porque afecta directamente al metabolismo animal.



Figura 6. Malla de salida en un biofiltro, el marco es de alambre recubierto de PVC para darle la forma cilíndrica. Esta se puede colocar en el fondo del tanque para permitir que el agua pase más no el material filtrante. Se puede notar el material de filtrado que en su mayor parte se ha vuelto marrón, indicando que una población de bacterias útiles se ha establecido.

Mantener una temperatura de 28,5°C resulta en una tasa de crecimiento óptima. Sin embargo, cuando los animales son manipulados, o si hay problemas de calidad de agua, la temperatura se puede bajar gradualmente para reducir el estrés en los animales. Una temperatura de

aproximadamente 26°C reducirá considerablemente la cantidad de estrés. Ya que el metabolismo se reduce a temperatura más baja, la tasa de alimentación también debe reducirse en este momento.

Un enfoque económico para el control de la temperatura en operaciones a pequeña escala es utilizar un calentador de agua conectado a una tubería de polietileno reticulado (PEX) y a una bomba que mueve agua caliente a través de la tubería (Figura 7). La tubería PEX colocada dentro de cada tanque de camarones irradia calor al

agua del tanque (Figura 8). La temperatura se puede regular controlando el flujo de agua a través de la tubería en cada tanque con una válvula. Durante la época de clima cálido, el recinto donde se mantienen los tanques de producción debe estar bien ventilado para mantener aire fresco necesario en el recinto.

Oxígeno disuelto (OD)

OD es el factor más crítico en el cultivo intensivo de camarón. Si el OD baja, los camarones pueden morir rápidamente. DEBE mantenerse un valor por encima de 5 mg/L; concentraciones más bajas

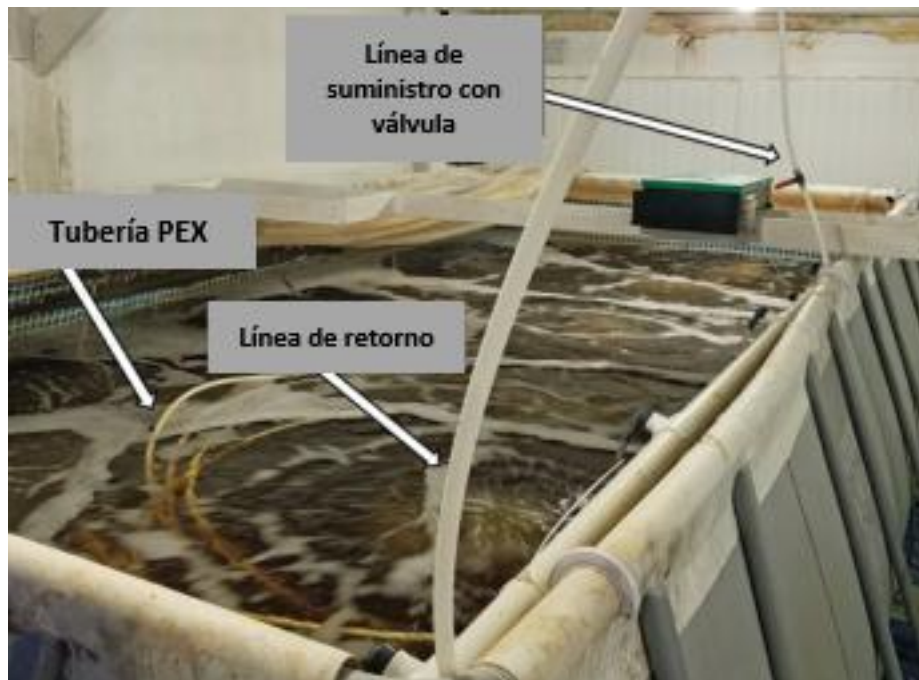


Figura 8. Tubería PEX por donde circula agua caliente para mantener la temperatura del tanque de producción. Una válvula controla el caudal de agua. La tubería PEX puede estar suelta o recogida, dependiendo de la preferencia del productor.



Figura 7. Calentador de agua con bomba de circulación y temporizador para ser operado por períodos de tiempo cada día. El agua viaja por las tuberías de polietileno (PEX) en cada tanque de producción y luego de regreso al calentador de agua.

son aceptable por cortos períodos de tiempo, pero con el objetivo de mantener el OD por encima de 5 mg/L, esto favorece un entorno más seguro para los animales y optimiza la tasa de crecimiento. Los niveles por debajo de 3,5 mg/L son críticos. Es importante tener



Figura 9. Instrumento de medición de parámetros. Esta unidad mide temperatura, pH, OD, salinidad, conductividad y presión barométrica. Este tipo de dispositivo es costoso, sin embargo, es fácil de usar y genera rápidamente valores de los parámetros más críticos en producción.

en cuenta que la temperatura, tasa de alimentación, acumulación de CO_2 en la sala de tanques, la densidad de siembra, concentración de sólidos y la adición de fuentes de carbohidratos afectan negativamente la concentración del OD.

Cuanto mayor sean estas variables, menor será la concentración de OD. La aireación debe mantenerse en todo momento en los tanques de producción y biofiltros (períodos cortos sin aireación en el biofiltro puede no causar problemas, pero es muy importante mantener el material de filtrado húmedo). Tan solo 15 minutos sin aireación pueden causar la mortalidad del camarón. Por esta razón, es importante tener sopladores de respaldo y un generador de emergencia con un interruptor de transferencia de energía para que opere el (los) soplador (es) durante cortes de energía. Otra buena inversión es una o dos bombonas de oxígeno; estas se pueden conectar a un regulador y a difusores de poro fino para suministrar oxígeno puro a los tanques si es necesario.

pH

Se debe mantener el pH del agua de los tanques de producción de camarón entre 7,5 y 8,0. Esto asegura que los camarones estén sanos y con exoesqueletos firmes. El dióxido de carbono producido por los camarones y bacterias, así como el proceso de nitrificación, disminuye el pH. El bicarbonato de sodio es el compuesto más

ampliamente utilizado para regular la disminución del pH; El bicarbonato de sodio de grado alimenticio se puede comprar a granel. El pH debe ser monitoreado y bicarbonato de sodio añadido en caso que no se tenga el valor deseado y estable. Dependiendo de factores como la ventilación del edificio y concentración de sólidos (que contienen bacterias), el bicarbonato de sodio puede agregarse en una cantidad equivalente al 50% del peso del alimento.



Figura 10. Medidor de pH y temperatura. Equipo de mucho menor costo que un instrumento multiparámetro. Equipos similares pueden medir el OD y la salinidad. Es importante seguir las instrucciones del fabricante para calibrar las sondas periódicamente; esto asegura la precisión de los mismos.

Salinidad

La salinidad debe mantenerse en aproximadamente 15-20 partes por mil (ppt). Niveles más bajos de salinidad se pueden utilizar para producir camarón; sin embargo, compuestos como amoníaco, nitrito y nitrato son más tóxicos a menor salinidad. La mayoría de los laboratorios envían larvas de camarones en agua de mar sin diluir (aproximadamente 35 ppt); estos animales pueden ser aclimatados lentamente a una salinidad más baja durante un tiempo prudencial. Una investigación reciente realizada en la Universidad Estatal de Kentucky sugiere que las mezclas de sal caseras pueden ser tan efectivas como las formulaciones de sal marina completas disponibles comercialmente y pueden llegar a ser hasta un 60% menos costosas.

Amoniaco y nitrito

Es importante tener un conocimiento básico del proceso de nitrificación para entender cómo prevenir acumulación de amoníaco o nitrito en el sistema. El amoníaco es el compuesto a base de nitrógeno más tóxico y debe mantenerse a menos de 0,2 mg/L, mientras que

el nitrito debe mantenerse a menos de 1 mg/L, aunque breves períodos de concentraciones elevadas no deberían suponer mucho riesgo. Salinidades más bajas hacen que estos compuestos sean más tóxicos. Mayor temperatura y pH ambos hacen que el amoníaco sea más tóxico.

Si el amoníaco o el nitrito alcanzan concentraciones elevadas, los técnicos tienen algunas opciones. La tasa de alimentación puede ser reducida, lo que disminuye la cantidad de nitrógeno que es agregado al sistema. Además, si es posible, bajar gradualmente la temperatura del agua (aproximadamente 5°C por día como máximo) esto reducirá la tasa de consumo de alimento de los animales, lo que reduce la toxicidad del amoníaco y en general el estrés de los organismos de cultivo. En algunos casos, el agua con alto contenido de amoníaco o nitrito se pueden recambiar con agua fresca; sin embargo, esto es caro y en general menos eficaz que resolver la causa de los problemas. Agregar azúcar al sistema estimula a las bacterias a absorber compuestos de nitrógeno del agua, reduciendo los niveles de amoníaco y nitrito. La sacarosa es eficaz y se puede agregar hasta en un 50% del peso del

alimento o un poco más para bajar rápidamente amoníaco y nitrito. Se debe tener precaución cuando se usa azúcar ya que reduce la concentración de OD y aumenta la cantidad de sólidos en el agua. Una pequeña cantidad de azúcar, alrededor de 100 gramos para un tanque de 18,000 litros, debe agregarse al principio. Esta cantidad se puede aumentar gradualmente según sea necesario. El azúcar no debería ser agregada dentro de una hora de la alimentación, ya que el alimento también conduce a concentraciones más bajas de OD.

Nitrato

El nitrato es el resultado final del proceso de nitrificación. El nitrato se acumula a medida que funciona el biofiltro. El nitrato es mucho menos tóxico que el amoníaco o el nitrito, pero puede comenzar a disminuir la tasa de crecimiento a concentración de 250 mg/L de $\text{NO}_3\text{-N}$, dependiendo de la salinidad.

La desnitrificación puede reducir la acumulación de nitratos esencialmente realizando la nitrificación a la inversa. En un ambiente anaeróbico (oxígeno limitado), bajo las condiciones adecuadas, el nitrato se puede convertir

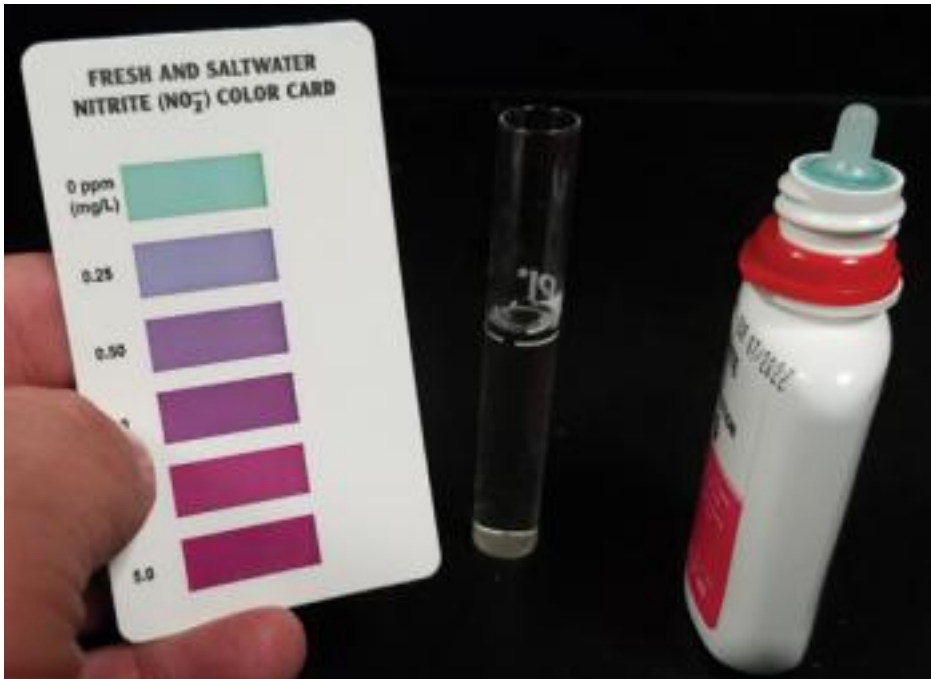


Figura 11. Un tipo común de prueba para parámetros como amoníaco, nitrito y nitrato. Esta prueba en particular mide nitrito. Se agregan gotas de una sustancia química a la muestra de agua y el color resultante se compara con la tabla de colores. El agua debe filtrarse antes de realizar la prueba para eliminar los sólidos; la turbidez del agua puede interferir con la prueba. Si las concentraciones están fuera de rango, se deben realizar diluciones con agua desionizada; los resultados de una dilución del 50/50 por ciento (50% de agua del tanque y 50% de agua desionizada) deberían ser multiplicados por dos, por ejemplo.

en gas nitrógeno, que se libera inofensivamente a la atmósfera. La desnitrificación puede facilitarse en un contenedor similar al biofiltro aeróbico descrito anteriormente. Un tambor de 200 litros lleno de biomedio se puede utilizar, aunque no se debe proporcionar aireación en este sistema. Se debe tener cuidado de no introducir mucho aire o perturbar la superficie del agua. El flujo debe reducirse para que el OD del agua pueda ser consumido por las bacterias en la biomedio. La

concentración de OD debe ser mantenida por debajo de 1 mg/L.

El proceso de desnitrificación tiene algunos riesgos, incluida la producción de amoníaco y sulfuro de hidrógeno. Por esta razón, lo ideal es que el agua se transfiera a un recipiente aparte sin camarones para desnitrificación. Al igual que con la nitrificación, la biomedio debe tener una película marrón para que sea eficaz.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

El cultivo de camarón en recintos cerrados se realiza con mayor frecuencia en dos fases: una fase de precría y una fase de engorde. En la fase de precría la densidad de siembra puede ser hasta diez veces la densidad de la fase de engorde. Una densidad inicial adecuada para la fase de precría es de 2.500 camarones/m³. Se pueden usar densidades más altas a medida que los técnicos se familiarizan con los sistemas de producción. Durante la fase de precría, los camarones normalmente se alimentan basado en porcentaje de biomasa. Al principio, la tasa de alimentación puede ser tan alta como el 15% de la biomasa del camarón por día. A lo largo de esta fase, el alimento debe ser reducido a aproximadamente un 3% de la biomasa por día (Tabla 2). Dependiendo de la densidad y manejo, el camarón estará en la fase de precría durante unos 40 días antes de obtener un animal de un gramo en promedio.

Proporcionar algo de Artemia recién eclosionada (alrededor de 475 nauplios/L/día) durante aproximadamente la primera semana después

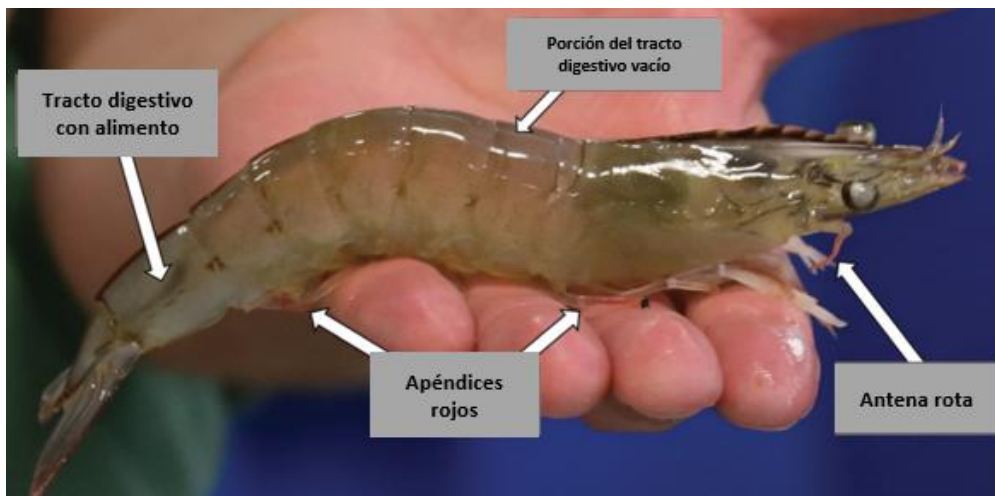


Figura 12. Este camarón con intestino parcialmente vacío, indica que el animal está ligeramente subalimentado. Las antenas rotas pueden ser el resultado del cultivo a alta densidad. Los apéndices rojos pueden ser un signo de actividad bacteriana; la concentración de sólidos puede ser alta en el tanque de cultivo. El exoesqueleto es firme y la apariencia general es aceptable para cosecha y venta.

de que los camarones son recibidos del laboratorio mejorará la sobrevivencia, especialmente si las postlarvas son pequeñas.

Durante este tiempo y a lo largo de las etapas iniciales de la fase de precría, los camarones deben recibir un alimento particulado de

alta calidad con alrededor del 50% de proteína. Se debe decidir el tamaño de la partícula del alimento basado en observaciones visuales del tamaño del camarón. La transición a tamaños de partículas más grandes a medida que los animales crecen debe hacerse gradualmente y eventualmente suministrar una dieta granulada con menor contenido proteico. Esta dieta debe consistir en aproximadamente 35% de proteína en la última fase de la precría.

Durante la fase de engorde, la alimentación del camarón se basa en tasa de conversión alimenticia

Día	Estadio	Peso	Sobrevivencia (%)	# De Larvas	# De Camarones	Biomasa (g)	Biomasa (%)	Alimento/ Día (g)	Tamaño del Alimento (µm)
8	PL15	0,01	98,26	30.000	29.479	295	0,150	44,2	50% 400-600 50% <400
9	PL16	0,02	98,02	30.000	29.405	588	0,150	88,2	60% 400-600 40% <400
10	PL17	0,03	97,77	30.000	29.332	880	0,140	123,2	70% 400-600 30% <400
11	PL18	0,04	97,53	30.000	29.258	1170	0,130	152,1	80% 400-600 20% <400
12	PL19	0,05	97,28	30.000	29.185	1459	0,130	189,7	90% 400-600 10% 600-850
13	PL20	0,06	97,04	30.000	29.112	1747	0,140	244,5	90% 400-600 10% 600-850
14	PL21	0,07	96,80	30.000	29.039	2033	0,135	274,4	80% 400-600 20% 600-850
15	PL22	0,08	96,56	30.000	28.967	2317	0,135	312,8	70% 400-600 30% 600-850
16	PL23	0,09	96,31	30.000	28.894	2601	0,135	351,1	60% 400-600 40% 600-850
17	PL24	0,10	96,07	30.000	28.882	2882	0,134	386,2	50% 400-600 50% 600-850

Tabla 2. Tabla de alimentación para la fase de precría. La misma es solo un ejemplo de cómo debe ser estructurada.

(TCA), sobrevivencia y tasa de crecimiento (Tabla 3). Las estimaciones de cada uno de estos factores se utilizan para calcular la tasa de alimentación. Por ejemplo, si se asume una TCA de 1,5:1, tasa de crecimiento de 1,5 g/ semana y un tanque con 4.000 camarones, el cálculo es $1,5 \times 1,5 \times 4.000$, que equivale a 9.000 gramos por semana. El alimento se debe suministrar de manera frecuente; los alimentadores automáticos se utilizan a menudo para lograr este propósito. Por ejemplo, un productor puede verificar la calidad del agua y alimentar el 10%

de la ración del alimento a mano por la mañana y colocar el 30% de la ración diaria en un alimentador automático por un periodo de 12 horas. El productor puede repetir este proceso por la noche, aunque añadirán más alimento para la alimentación nocturna, ya que suele ser más largo el período de tiempo. Todos los cálculos de alimentación son estimaciones. Los técnicos deben monitorear el consumo de alimento periódicamente usando una red con malla de tamaño apropiado para recolectar el alimento no consumido. Todo el

alimento debe consumirse entre las diferentes raciones establecidas. La sobrealimentación es una de las razones más comunes de la mala calidad del agua y de camarones no saludables. Los camarones normalmente deben tener un tracto digestivo posterior lleno, lo que indica que están comiendo y gozan de buena salud (Figura 12). El exoesqueleto normalmente debe ser firme; un camarón ocasional con un exoesqueleto blando no es preocupante, pero encontrar múltiples camarones blandos indica

Día	Sobrevivencia	# Camarones	Peso Individual (g)	Biomasa (g)	TCA	Incremento/ Semana	Alimento/ Camarón	Alimento (g)/ Semana
1	1,000	30.000	1,270	38.100	1,3	1,0	1,300	39.000
2	0,900	27.000	1,413	38.147	1,3	1,0	1,300	35.100
3	0,899	26.973	1,556	41.962	1,3	1,0	1,300	35.065
4	0,898	26.946	1,699	45.770	1,3	1,0	1,300	35.030
5	0,897	26.919	1,841	49.570	1,3	1,0	1,300	34.995
6	0,896	26.892	1,984	53.362	1,3	1,0	1,300	34.960
7	0,896	26.865	2,127	57.146	1,3	1,0	1,300	34.925
8	0,895	26.838	2,270	60.923	1,3	1,0	1,300	34.890
9	0,894	26.812	2,413	64.692	1,3	1,0	1,300	34.855
10	0,893	26.785	2,556	68.454	1,3	1,0	1,300	34.820

Tabla 3. Ejemplo de tabla de alimentación para la fase de engorde.

que los animales en el tanque pueden estar estresados. El rostrum también debe estar generalmente intacto y no haber lesiones o cicatrices. Estos son todos indicadores de la salud del camarón.

CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

La importancia de factores económicos claves varía considerablemente entre granjas en función de la escala, la ubicación, estilo de gestión, precio de venta y otras consideraciones. Uno de los principales costos de capital puede ser la construcción de las instalaciones para la operación. Muchos productores utilizan estructuras existentes para reducir costos mientras que otros utilizan construcciones nuevas. La estructura de un granero con aislamiento térmico de espuma en aerosol en el interior hace de éste un espacio práctico para cultivar camarones en un recinto cerrado; grava compacta hace un piso adecuado, aunque se puede necesitar arena debajo de cada tanque para proteger los revestimientos de estos. Otras importantes inversiones de capital incluyen el sistema de calefacción, un generador eléctrico y circuitos, tanques, medidores

confiables de la calidad del agua, sopladores, difusores, medios de biofiltro, alimentadores, redes y mallas, y suministros de plomería.

Algunos de los principales costos operativos y variables incluyen alimento, mano de obra, postlarvas, energía, sal artificial, agua y costos de transporte. Los costos generales pueden incluir mantenimiento, seguros y servicios profesionales (como asesorías). Puede ser posible reducir algunos de estos costos. Por ejemplo, evaluar el uso de alimentos de menor costo o el uso de electricidad generada con energía renovable pueden reducir los gastos generales.

COMERCIALIZACIÓN DE CAMARONES

Con una densidad de población de 250 camarones/m³ en la fase de engorde, con una gestión adecuada, los productores pueden esperar tener aproximadamente un 80% de sobrevivencia. Si los camarones son cultivados a un peso promedio de 24 gramos, la cosecha total puede estar entre cuatro y cinco kg de camarón/m³. Con práctica, los productores deberían poder aumentar la densidad y mejorar sobrevivencia, lo que resulta en unos seis kg/

m³ de forma constante. Pueden ser posibles tasas de cosecha más altas, pero generalmente no repetibles y, por lo tanto, no se recomiendan. El camarón es uno de los pocos productos que puede obtener un precio más alto para pesos unitarios mayores. El término "camarón jumbo" se usa a menudo para referirse a camarones grandes, aunque el tamaño exacto en el que se utiliza el término puede variar. La mayoría de los productores piensa que vale la pena cosechar un animal grande; camarones de 24 gramos de peso es el objetivo de mercado de la Universidad Estatal de Kentucky. Suele haber alguna variabilidad en el tamaño del camarón cosechado y los rangos de conteos por libra (como conteo 20/24, que significa que hay entre 20 y 24 camarones por libra) son comunes. Algunos clientes preferirían camarones de más de 24 gramos. Para producir camarones de mayor peso, la duración de la fase de engorde necesita ser ampliada. A medida que aumenta la biomasa en un tanque, la demanda de oxígeno también aumentará. Si los camarones están a altas densidades, pueden aparecer lesiones en el exoesqueleto, lo que puede reducir el atractivo de los



Figura 13. Ventas de camarón en un mercado de agricultores. Las ventas directas a los consumidores suelen ser la forma más lucrativa de distribuir camarones.

clientes. Las cosechas parciales pueden ser implementadas para reducir la biomasa, pero se debe tener cuidado de minimizar el estrés de los animales restantes.

La mayoría de los productores se orientan a nichos de mercado e intentan suministrar camarones directamente al consumidor (generalmente

fresco, en hielo) para optimizar el precio de venta y limitar costos de procesamiento; los mercados de agricultores son un buen ejemplo de un lugar de venta directa (Figura 13). Bolsas tipo malla son útiles para empacar camarones, ya que los animales pueden ser cubiertos con hielo y fácilmente retirados de este (Figura 14). Vender a los

restaurantes o distribuidores suele reducir el precio de venta, y el procesamiento de los animales se sumará a los problemas de certificación y costos laborales. Es importante consultar con el departamento de salud local antes de congelar o descabezar camarones, ya que siempre hay pautas específicas a seguir dependiendo del lugar. Es



Figura 14. Camarones empacados en una bolsa tipo malla. Esto lo hace fácil para sacar del recinto donde están cubiertos de hielo. Los camarones deben ser enfriados en agua helada durante al menos diez minutos inmediatamente después de ser cosechados para luego ser almacenados en hielo.

importante que los clientes comprendan la complejidad de los sistemas de recinto cerrado y el control estricto como estrategia de producción de alimentos amigables con el medio ambiente. Entre los puntos clave para mercadear el producto está que los camarones producidos en estos sistemas se crían sin hormonas ni antibióticos y se alimentan con alimentos totalmente naturales, con una conversión alimenticia extraordinaria (tan bajas como 1,2:1) y usan muy

poca agua. La mayoría de los productores también deben hacer énfasis en que el producto es local. Recorridos por la granja, siempre que la seguridad sea considerada, puede ser una buena manera de generar interés en camarones cultivados.

AGRADECIMIENTOS

Los autores no respaldan ningún producto en particular o compañías. Gracias a Rolling Blue Farm, Lexington, Kentucky, por permitir el uso de imágenes de su propiedad.

La investigación que contribuyó a esta publicación en Kentucky State University Land Grant Program fue financiada por United States Department of Agriculture's National Institute of Food and Agriculture. Esta es la publicación número KYSU-000069 de Kentucky State University Land Grant Program. Editor: Joseph E. Morris. Imágenes proporcionadas por Andrew Ray y Charles Weibel, Kentucky State University.

INTRODUCCIÓN A LA ACUICULTURA ORNAMENTAL: INICIANDO UN NEGOCIO, PARTE I

Andrew Leingang

Aquagrow International, Malasia

Aquaculture without Frontiers, Australia

Email: andrewleingang@yahoo.com

La acuicultura ornamental puede ser pasada por alto por el sector de producción de alimentos. Sin embargo, hay muchas oportunidades comerciales en esta área con los cultivos de ornamentales marinos que generan \$5 mil millones al año.



El cultivo de peces ornamentales es una oportunidad de negocio única.

© Aquarium Industries.

ANTECEDENTES Y OPORTUNIDADES COMERCIALES

Hoy en día se habla mucho sobre la acuicultura. Cultivo de peces para alimentar la creciente población mundial. La sostenibilidad,

la rentabilidad, los impactos ambientales y la generación de empleo son solo algunos de los factores que impulsan la producción.

Un sector de la industria de la acuicultura que no llama mucho la atención es la producción de peces, invertebrados, plantas ornamentales y de acuario. Con muy pocos impactos ambientales negativos, siempre ha sido una industria tranquila, produciendo animales en cautiverio durante los últimos 70 años.

El más reciente evento de la World Ornamental Aquarium Virtual Conference and Exhibition (WOA21) reunió a líderes de la industria, investigadores gubernamentales, granjeros, la industria de las mascotas y el público en general para discutir el presente y futuro de la industria. Retos, oportunidades, efectos de la pandemia, nuevas especies y técnicas de cultivo fueron algunos de los temas presentados en formato informativo, con alta asistencia y satisfacción de la audiencia.

La acuicultura ornamental es un gran negocio. Como afirma Shane Willis, presidente de Ornamental Fish International (OFI), Australia, "El comercio en la acuariofilia incluye más de 1.000 especies de peces de agua dulce, de las cuales más del 90% proviene de la acuicultura". La mayoría de

los peces de agua dulce se cultivan en Asia (China, Singapur, Indonesia e India), así como Florida, EE. UU., África y América del Sur también suministran especies tanto criadas en granjas como capturadas en el medio ambiente. Japón es famoso por las variedades de peces de colores y el Koi. Además de las especies específicas de peces de agua dulce, la industria produce muchos tamaños y variedades (color, albinos, aletas largas, enanos, etc.). Ricardo Calado, investigador principal del Centro de Estudios Ambientales y Marinos en Portugal señaló que las granjas ornamentales marinas ahora incluso producen peces payasos "de diseño", al igual que las plantas acuáticas se están volviendo más populares también.

Como informa Josiah Pit, director general de ventas y operaciones

de Aquarium Industries, Australia, "Las plantas acuáticas de agua dulce siguen siendo una parte prometedora de la industria. El mercado de plantas cultivadas en granjas está creciendo con nuevos productos a base de "cultivo de tejidos" cada vez más disponibles. Con la mayor disponibilidad de nutrientes para plantas y más personas interesadas en la producción a nivel de laboratorios o granjas, las plantas acuáticas se están volviendo más populares".



El 90 por ciento de las especies vendidas para el comercio de acuarios se cultivan. © Andrew Hamilton, Wide Bay Aquaculture.

La acuicultura marina ornamental tiene solo unas 100 especies de peces, producidas en relativamente pocas granjas. Hay más de 1.800 especies de peces capturadas en la naturaleza en Indonesia y algunos países de las islas del Pacífico (Filipinas, Fiji, Vanuatu). Los corales cultivados (150 especies) se están volviendo más populares a medida que se propagan más especies en todo el mundo, algunas lejos del océano. Las especies de invertebrados capturadas en la naturaleza son 720, pero pocas se cultivan. Los principales mercados todavía se encuentran en América del Norte y Europa, con

mercados emergentes en Brasil, China e India.

La acuicultura ornamental es una empresa comercial emocionante y gratificante. Requiere experiencia en el manejo de tanques, biología y técnicas únicas de cría, así como conocimientos comerciales para operar con ganancias.

Las granjas de agua dulce pueden ser de baja tecnología, en comparación con las granjas marinas (pez payaso, corales, etc.) que requieren más experiencia técnica. Algunos acuicultores ahora están adoptando la nueva tecnología de sistemas de recirculación (RAS) para cultivar especies

ornamentales en cualquier parte del mundo.

La acuicultura de peces para consumo requiere de laboratorios, viveros, estanques de engorde o jaulas e instalaciones de procesamiento. La acuicultura ornamental comienza y termina en el criadero, lo que significa menos gastos de capital y operativos, y menos riesgo de pérdidas financieras importantes. La mayoría de los peces pueden criarse en menos de seis meses, con bajos costos de alimentación y venderse en un tamaño pequeño (2 a 5 cm).

"Los peces ornamentales marinos están valorados en más de \$1.000 dólares el kilo, en comparación con el precio medio del pescado comestible de \$13 dólares", informa Bryce Risley, periodista y ecologista social marino con sede en Estados Unidos.

En los países en desarrollo, la acuicultura ornamental contribuye a la igualdad de género, el empleo, los ingresos y la mejora de la educación científica de los niños. La Dra. Juli-Anne Russo, consultora técnica de Enfermedades y Nutrición de los Animales Acuáticos en Italia, dice: "Es una fuente de ingresos prometedora para los



La cadena de valor de la acuicultura ornamental es más corta que la de los peces comestibles. © Aquarium Industries.

jóvenes desempleados. Como se necesita una mano de obra menos extenuante, las mujeres pueden administrar pequeñas granjas caseras y mejorar su estatus social y económico en la comunidad”.

Esta es una guía para aquellos interesados en el negocio de la acuicultura ornamental. Cubriré tanto la producción en agua dulce como la marina. En comparación con el agua dulce, la acuicultura ornamental marina requiere de mayores costos operativos y capital, más experiencia técnica y con un mayor riesgo potencial. Estos factores se compensan con precios de mercado más altos, a veces los peces marinos alcanzan 10 veces el valor de las especies de agua dulce.

INICIAR UN NEGOCIO DE ACUICULTURA ORNAMENTAL

Considere esto cuando planifique una empresa de acuicultura ornamental:

1. Conocimientos técnicos y comerciales.

- ¿Tienes experiencia previa manejando una empresa? ¿Tienes experiencia previa en acuicultura? Muchas empresas fracasan porque

se concentran en una sola área en particular.

- Algunos, enamorados de la acuicultura, se olvidan de los aspectos comerciales. Sabemos que las empresas no se manejan solas.
- Si es nuevo en la acuicultura, al principio, contrate expertos con experiencia y luego conviértase en uno.
- Si no está listo o no está dispuesto a usar ambos sombreros, considere contratar a un buen gerente o busque empleo en la industria de la acuicultura en otro lugar.

2. Dinero

- ¿Tiene el capital adecuado para comprar, alquilar o construir una granja, así como para cubrir los costos de producción y suficiente efectivo para llegar a la primera cosecha? ¿Puede resistir la baja producción, los eventos de enfermedades o las caídas del mercado?

3. Ubicación

- ¿Existe la posibilidad de una industria próspera en el área donde deseas iniciar? Esto incluye tierra disponible y asequible, agua de calidad suficiente, clima adecuado, regulaciones y apoyo gubernamental favorable.
- ¿Cómo afectarán el clima y la temporada de cultivo al aire libre la producción? ¿Cómo manejarás el clima frío estacional adverso, si lo hay? Recuerda que estas son especies "tropicales", pero con la nueva tecnología RAS, se pueden producir en cualquier lugar. La mayoría de los pedidos se envían por transporte aéreo, por lo que la proximidad a los aeropuertos es esencial.

4. Personal

- ¿Administrarás o contratarás a un gerente? ¿O incluso operarás toda la granja tú mismo?



Estanques de acuicultura ornamental. © Dr. Roy Yanong.



Considere qué especies cultivar: algunas son más populares entre los entusiastas de los acuarios que otras.

© Ricardo Calado.

• ¿Hay trabajadores calificados y no calificados disponibles?

5. Mercados

• ¿Se tiene una idea razonable de las especies, cantidades y potenciales compradores de tu producción? ¿Qué precio se espera obtener? La pandemia actual ha provocado que más personas se queden en casa y compren más variedades ornamentales. Pero esta ventaja tiene una desventaja con precios de flete más altos y escasez de vuelos.

6. Riesgo

• La acuicultura es propensa a todo tipo de desastres naturales y problemas provocados por el hombre. Las inundaciones, las sequías, las heladas, las enfermedades, la contaminación, los robos y el vandalismo son causas potenciales de pérdidas económicas. Adquirir un seguro es una posibilidad, pero costosa.

• Una clara ventaja es que el tiempo de recuperación (solo meses) para la mayoría de las pérdidas es rápido, en

comparación con la piscicultura.

CONSIDERE ESTAS OPCIONES ANTES DE COMENZAR

Si compra o alquila una granja existente, considere lo siguiente:

1. Registros de producción. Si no hay ninguno, aléjese.
2. Registros de ventas. Si no hay ninguno, aléjese nuevamente.
3. Personal. ¿Se retendrá el personal o se limpiará la casa?



Construir un sitio agrícola desde cero puede ser un proceso largo. © Dr. Roy Yanong.

4. Problemas legales pasados o potenciales. Esto es un punto grave si no se resuelve.

5. Permisos. Los gobiernos no son flexibles cuando se trata de violaciones, de no reportar incidentes o cifras de producción.

6. Cuentas por pagar y por cobrar. Asegúrese de no contraer deudas antiguas.

SI CONSTRUYE UNA NUEVA GRANJA, VERIFIQUE LO SIGUIENTE:

1. Obtenga los permisos necesarios de las agencias gubernamentales. Esto

incluye estudios de impacto ambiental. Esto podría llevar un tiempo considerable, con posibilidad de rechazo.

2. Encuentre un buen sitio para la granja. Recientes desarrollos urbanísticos cercanos al sitio podrían ser el mayor problema. RAS puede ser una solución.

3. Obtener los permisos de construcción necesarios. Esto

incluye movimiento de tierra, construcción de un laboratorio, por ejemplo, permisos de transporte.

4. Obtener los permisos necesarios para operar, incluido el uso y descarga de agua. Las restricciones de uso de agua y las regulaciones ambientales sobre eliminación de aguas residuales deben ser conocidas.

5. Costos de la tierra. Ubicación urbana versus rural.

6. Costos de instalaciones. Estanques, edificios y suministro de agua.

SI SE ASOCIA CON UNA GRANJA NUEVA O EXISTENTE, VERIFIQUE LO SIGUIENTE:

1. Encuentre un buen socio. Es más fácil decirlo que hacerlo. Defina roles y responsabilidades individuales, y lo que cada socio aporta al negocio.

2. Obtenga los documentos de asociación legal necesarios. ¿Qué hacer cuando surgen desacuerdos?

CONCLUSIÓN

Recuerda mirar antes de saltar. Comienza con una pequeña granja para determinar si esto es lo que quieres hacer. Sigue siendo acuicultura, lo que significa que es cultivo, 24 horas al día, 7 días a la semana, durante todo el año, con traspasos y madrugonazos, éxitos y fracasos. Sobre todo, no es un pasatiempo, es trabajo duro. Pero es muy satisfactorio saber que estás produciendo un producto único y brindando felicidad a los acuaristas hogareños.

Se cubrirá la acuicultura ornamental marina y de agua dulce en un próximo artículo.

Nota: Artículo publicado originalmente en "The Fish Site", de fecha 25 de octubre de 2021. Puede acceder la versión original en : <https://thefishsite.com/articles/an-introduction-to-ornamental-aquaculture-starting-a-business-part-i>

EUGENIO GARCÍA-FRANCO, UN PIONERO DE LA ACUICULTURA TROPICAL, FORTALECEDOR DE LA MARCA VENEZUELA

Raúl de la Fuente¹ y Arnaldo Figueredo^{1,2}

¹Sociedad Venezolana de Acuicultura. Av. José Casanova Godoy, CCI Satalino, G3-6, Turmero, estado Aragua, Venezuela.

²Universidad de Oriente, Núcleo de Nueva Esparta, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar. Calle La Marina, Boca del Río, Isla de Margarita, estado Nueva Esparta, Venezuela.

Email: raul@artbymele.com

ORÍGENES

En primer lugar, se debe resaltar que Eugenio García-Franco es un hombre internacional. Nació en Cali, Colombia, en el año 1957. Toda su familia emigró a Venezuela cuando él contaba apenas con 9 años, estableciendo su domicilio en Valencia, donde vivió la mayor parte de su vida, hasta que recientemente, en 2019, emigró de nuevo, esta vez a España, de donde era su padre. De esta manera, es un ciudadano colombiano, venezolano y español.

Su padre era un productor agropecuario de nivel industrial, que facilitó que sus hijos se vincularan naturalmente al medioambiente, a la fauna y flora regionales. Los hobbies de Eugenio eran montar acuarios y el buceo, además y a menudo visitaba el Acuario de Valencia, recién inaugurado en su época de liceísta, lo

que le permitió fortalecer y desarrollar su vocación.

El interés original de Eugenio era estudiar Zootecnia o Medicina Veterinaria, según la oferta tradicional de carreras para entonces, pero al momento de escoger surgió la alternativa de una nueva opción de estudio en FLASA, Acuicultura y Oceanología, así que sin dudar se decidió por esa opción. Es significativo que el tercero de sus hermanos, Mauricio, es también un destacado colega (biólogo marino de la UDO con máster y doctorado en acuicultura en Japón).

ESTUDIOS Y PRIMEROS PASOS

Estudió en el Instituto Universitario Tecnológico del Mar (IUTEMAR), del campus Margarita de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales, donde egresó como TSU en

Acuicultura y Oceanología en 1981. Aunque él y sus compañeros formaron parte de una institución y de una carrera recién creada, el hecho de haber sido los estudiantes que inauguraron el IUTEMAR, lejos de ser un factor negativo en su desarrollo, resultó muy provechoso para unos jóvenes deseosos de aprender. Ayudaron a terminar la construcción de las instalaciones del IUTEMAR. Desde el montaje de tuberías, hasta el ensamblado de acuarios, tanques y demás infraestructuras, conocimientos que les ayudaron a desarrollarse profesionalmente, ya que aprendieron haciendo (learning by doing).

Al final de sus estudios, se les exigió realizar tesis de grado y dos pasantías para graduarse. La primera pasantía la realizó en el estado Táchira, en la Estación de San José de Bolívar del entonces

FONAIAP, donde reproducían la trucha arco iris. Al grupo de pasantes los responsabilizaron del manejo de los reproductores, y de la gestión de los desoves, fertilización, larvas y alevines de este salmónido. La segunda la ejecutó en San Félix, estado Bolívar, en la Estación Hidrobiológica de Guayana, también de FLASA, bajo la supervisión del biólogo Luis Eduardo Pérez, orientándose hacia las pesquerías del Orinoco, tanto de consumo como ornamentales. Su

supervisor, de origen español y excelente profesional, posteriormente se convirtió en amigo y socio en numerosos proyectos, inclusive en España.

Su tesis de grado fue asesorada por el Prof. Nicolás Alvarado y sobre todo por el Prof. Edwin Brown III, experto en langostino gigante de agua dulce, *Macrobrachium rosenbergii*. Este trabajo de investigación, centrado en la larvicultura de la especie, fue el primero desarrollado en el país

orientado hacia el cultivo de este prometedor crustáceo. Anecdóticamente, preparaban un pienso con base en *Artemia* sp., la cual obtenían de la salina de Araya.

INTRODUCCIÓN AL MUNDO PROFESIONAL

Recién graduado, Eugenio fortaleció sus vínculos con el Acuario de Valencia. Mantuvo contacto cercano con todo su equipo técnico y gerencial, lo cual le permitió apreciar la vasta diversidad de peces dulceacuícolas del país y contribuir a que esa institución la reflejara, destacándose como uno de los que mayor diversidad de especies de la Orinoquía poseía en el momento. Para entonces, El Acuario de Valencia era el acuario de agua dulce que más especies endémicas tenía a nivel mundial. Entre las contribuciones de Eugenio para el acuario destaca el suministro de especies y la organización de cursos. Obviamente, resultó patente el inmenso potencial que tenía para el país el cultivo y comercialización de peces ornamentales. Actividad donde nuestro personaje incursionó como pionero años más tarde. Las exportaciones de peces ornamentales se realizaron a varios países europeos, así



Módulo de acuarios del proyecto de Acuicultura Tropical. UPM, Madrid, España.

como a EE.UU., México y Japón. No obstante, esta iniciativa fue frenada por la discrecionalidad de algunos funcionarios.

Entre 1982 y 1983 se inició como consultor en la producción de cachama, *Colossoma macropomum*, para la empresa Acuicultura Azul, C.A. De 1983 a 1984 trabajó con una empresa situada en Nirgua, estado Yaracuy, dedicada a las plantas y peces ornamentales, el vivero Madera, encargándose de la sección de peces ornamentales.

A continuación, fue llamado por FLASA para trabajar en la Estación de Piscicultura de San Carlos, estado Cojedes. Allí volvió a trabajar con la cría de cachamas; hacían capturas silvestres y las engordaban extensivamente, posteriormente desarrollaron un centro de reproducción. Pero uno de los recuerdos de Eugenio más significativos sobre esta experiencia es que diseñó un prototipo de jaula para el cultivo de peces, confeccionada con bambú y malla de nylon, el cual sería la base para el futuro proyecto de cría de cachamas en el embalse de El Pao, Cojedes.

En 1985 es contratado por Acuafín, única empresa de

piscicultura de aguas cálidas que operaba de forma industrial en Venezuela, en Boca de Aroa (Falcón), con tecnología israelí. Hasta ese momento, los asesores eran Ofer Berzak y Andrei Chisnewsky y el biólogo gerente era Eduardo González. Producían cachamas y lisas (*Mugil curema*) estas últimas aclimatadas a agua dulce. Probablemente esas fueron las primeras experiencias de policultivo de cachama con lisa, pero su nuevo interés era producir langostino gigante de agua dulce. Las experiencias productivas fueron muy satisfactorias, pero había problemas de mercadeo, por la penetración de un producto desconocido por los potenciales consumidores, así que los inversionistas se movieron hacia otro rubro que resultaba más atractivo en el momento, la tilapia. Con ésta se lograron experiencias interesantes en policultivo con langostino gigante de agua



Eugenio García-Franco evaluando transparencia en tanques del proyecto de engorde de Tenca (*Tinca tinca*).

dulce. Paralelamente, una tesisista del Instituto Superior Universitario de Mercadotecnia (ISUM), María Elena Pérez Puelles, realizaba un estudio de mercado sobre la aceptación del langostino gigante de agua dulce en Caracas, obteniendo datos muy interesantes sobre las preferencias del público objetivo. Si esas voluntades hubieran coincidido, con seguridad la historia del *Macrobrachium rosenbergii* en Venezuela habría sido más exitosa, pero lamentablemente no ocurrió. Posteriormente, en

el año 2.000 realizó ensayos de engorde de camarón marino *Penaeus vannamei* en las aguas dulces y duras de Acuafín.

AQUACRÍA

Aquacría fue fundada por Eugenio en 1987, años después para canalizar todo su trabajo, instaló una base en Valencia. Allí desarrolló una tienda donde vendía exitosamente peces ornamentales. El negocio también actuó como sede general para la asesoría, planificación y gestión de proyectos acuícolas. El proceso acompañaba a todos los proyectos hasta su dotación con la venta de equipos (algunos importados, otros desarrollados por ellos mismos), insumos y accesorios muy variados,



Eugenio García-Franco en la granja Aquacría, con reproductor de bagre yaque *Leirius marmoratus*.

convirtiéndose en proveedor integral para acuicultores nacionales. Inclusive Aquacría instaló los primeros tanques de geomembrana circulares en Venezuela. Sus actividades como asesor se han mantenido hasta el momento, brindando apoyo a numerosos proyectos

acuícolas, incluyendo servicios en México, Japón, República Dominicana, EE.UU. y Portugal. En el tiempo, ha podido abordar otros rubros dulceacuícolas como el rayao (*Pseudoplatystoma fasciatum*), bagre yaque *Leirius marmoratus*, bocachico (*Prochilodus reticulatus*), coporo (*Prochilodus mariae*), camarón marino (*Penaeus vannamei*) y peces ornamentales principalmente de la Orinoquía.



En la granja Aquacría, con hembra reproductora de cachama, *Colossoma macropomum*.

También diseñó, construyó y operó una granja en Valencia, para la producción masiva de alevines y peces ornamentales. Como anécdota, Eugenio recuerda que, durante el paro de 2002, las dificultades de comercialización por transporte hicieron que las cachamas y tilapias que

debían vender como alevines llegaran a tallas y pesos de consumo. Ese problema lo transformó en oportunidad, al realizar otro emprendimiento no desarrollado hasta el momento en el país. Abordaron a clientes de la comunidad china local llevando a cabo el transporte y comercialización de productos acuícolas vivos, siguiendo las pautas empleadas en el sudeste asiático.

Aquacría se constituyó en una referencia clave para la acuicultura dulceacuícola venezolana, tanto la tienda

como la finca estuvieron activas con ese nombre hasta 2016, cuando decidió cerrar, vender las instalaciones y tres años después emigrar siguiendo oportunidades de vida. La empresa aún continúa activa realizando gestión de negocios acuícolas y asesorías.

Desde Aquacría, Eugenio asesoró a diferentes entes y participó y/o coordinó cursos y eventos, nacional e internacionalmente, transmitiendo su experiencia y conocimientos junto a destacados colegas como Abraham Mora (UCLA), Luis

E. Pérez (Acuaconsulta Caroní), Gina Conroy (Pharmafish), Mauro Pellegrini (Agriconsulting de Venezuela), Carlos León (Bofish, México), Martín Mariscal (FAO, México), Jorge Lango (Integral Aquaculture Systems, México), Jhonny Torres (SBTEC), Giuseppe Martino (GM), Raúl Rincones (Biorma), José Patti (JP), Orlando Rodríguez Da Silva (Verdagua, Portugal), y por supuesto con su hermano, Mauricio García-Franco (EcoFriendly BioSystems, Japón).

EUROPA

Al llegar a España, en 2019, estableció vínculos colaborativos con los Profesores Dr. Morris Villarroel y Dr. Fernando Torrent de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Allí asumió como responsable de un Proyecto de Acuicultura Tropical, en convenio con la Fundación Conde del Valle de Salazar, trabajando con peces ornamentales, tilapia y acuaponía. Adicionalmente, brinda apoyo a estudiantes (pasantes y tesis) de esa casa de estudios, transfiriéndoles tecnología acuícola. Aunque es una designación reciente, ya ha adaptado algunas



Eugenio García-Franco con el grupo de alumnos de la UPM en entrenamiento en acuaponía del proyecto Aqu@teach en Eslovenia. Agosto, 2019.

instalaciones, incluyendo un laboratorio con un sistema RAS de acuarios y tanques para peces ornamentales. Otro proyecto involucra a una especie muy interesante, la Tenca, *Tinca tinca*, un ciprínido de bajo nivel trófico, a la que se le aplica metodología simbiótica procurando mejorar sus desempeños zootécnicos.

El nivel alcanzado por Eugenio en acuaponía le valió para ser invitado como experto a la semana final de entrenamiento y exposición de resultados (en Eslovenia), dentro del programa Erasmus, el proyecto de acuaponía Aqu@teach, que involucra diversas universidades europeas; la universidad UPM (España), de Greenwich (Inglaterra), de Zúrich (Suiza) y de Liubliana (Eslovenia), las cuales desarrollaron un curso de una semana en agosto de 2019.

TRABAJO INSTITUCIONAL Y GREMIAL

Uno de los aspectos más loables del esfuerzo profesional de Eugenio, fue su apoyo a instituciones. De 1989 a 1991 fue Director Principal de la Cámara de Pequeños y

Medianos Industriales del Estado Carabobo. Entre 1991 y 1993 fue Director de la Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y Tecnología (Carabobo). Paralelamente, sirvió al Ministerio de Agricultura y Cría como Comisionado para peces de aguas dulces cálidas en la Comisión Nacional de Acuicultura (de mayo a diciembre de 1993).

En el año 2012 la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO le contrató como experto para el proyecto de acuaponía

TCP/VEN/3301 BABY02 “Fortalecimiento de capacidades nacionales para la ejecución de proyectos de acuicultura en zonas urbanas y periurbanas en la República Bolivariana de Venezuela”.

Especial mención merece el soporte a las organizaciones gremiales como fueron la Asociación Venezolana de Acuicultura AVEA y posteriormente su refundación como la Sociedad Venezolana de Acuicultura (SVA), desde el año 1996. En estos espacios ocupó varios cargos directivos, así como



Eugenio García-Franco en uno de tantos talleres de trabajo con organismos del Estado, junto a personajes de la talla de Manuel Useche, Otto Castillo y José Abraham Mora.

coeditor y columnista de su revista, en el período (1996-2002), sabiendo trabajar en equipo para impulsar la actividad, por lo que pudiéramos llamar su primera edad de oro. Y sigue brindándonos su energía en esta nueva etapa de la SVA como suplente de la Junta Directiva.

NUEVOS PROYECTOS

Eugenio se visualiza trabajando toda su vida en acuicultura tropical. Uno de los proyectos más recientes fue la colaboración para escribir una compilación actualizada sobre el conocimiento de la tilapia, junto a figuras muy destacadas. Como resultado de estos esfuerzos, la prestigiosa editorial CRC acaba de publicar un libro "*Biology and aquaculture of Tilapia*" que desde ya se visualiza como una obra de referencia para los productores de tilapia, y Eugenio es coautor junto con el Dr. Morris Villarroel y el Dr. Martín Mariscal del capítulo 13, dedicado a la producción de tilapia en acuaponía. Otras ideas que le interesan es seguir

desarrollando sistemas multitróficos, acuicultura simbiótica y una plataforma de distribución de peces ornamentales en Europa.

PALABRAS FINALES

Eugenio se caracteriza por una doble vocación de acuicultor y emprendedor autónomo. Varios colegas afirmaron durante mucho tiempo que él era la persona mejor informada de todo lo que se hacía en acuicultura en toda la geografía nacional, pues por su dinamismo e inquietud, visitando diversos proyectos, sin duda era el que más se movía por ella y más contactos establecía. También asistió a numerosos congresos internacionales, sufragando gastos con recursos propios o invitado por organizaciones externas.

Ese enfoque poco frecuente le lleva a desarrollar sus proyectos con miras a lograr en el corto plazo su viabilidad económica, ajeno a la comodidad de un cargo en una institución. No se enfrasca en ideas románticas con poca aplicabilidad inmediata, sino que era capaz de

concebir escenarios complejos de proyectos rentables y sostenibles. Por eso no es arriesgado afirmar que sus contribuciones al desarrollo de la acuicultura venezolana las hizo desempeñando diversos roles, tales como desarrollador de tecnología, empresario, consultor, promotor de asociaciones, extensionista, o proveedor de equipos y materiales, y así quedan numerosas huellas de su trabajo en la historia de la acuicultura venezolana.

No fue sencillo obtener su colaboración para que nos suministrase algunos datos para esta nota, porque la naturaleza humilde y sencilla de Eugenio es opuesta a la ostentación y a ser el centro de la atención y se inclina más a trabajar e impulsar proyectos tras bastidores y a constituir grupos de trabajo. Pero destacar su importante legado es imprescindible. Necesitamos más profesionales que se inspiren en su perfil profesional y en su forma multidisciplinaria de abordar proyectos.

EL AUGE DEL CULTIVO MUNDIAL DE BAGRES

C. Greg Lutz

Louisiana State University Agricultural Center

Email: glutz@agcenter.lsu.edu

Los bagres han superado a la tilapia en la producción acuícola mundial y, ayudados en parte por el gran número de sus especies y su extenso rango geográfico, se espera que permanezcan en la cima de la tabla.



Hay más de 3000 especies de bagres en todo el mundo.

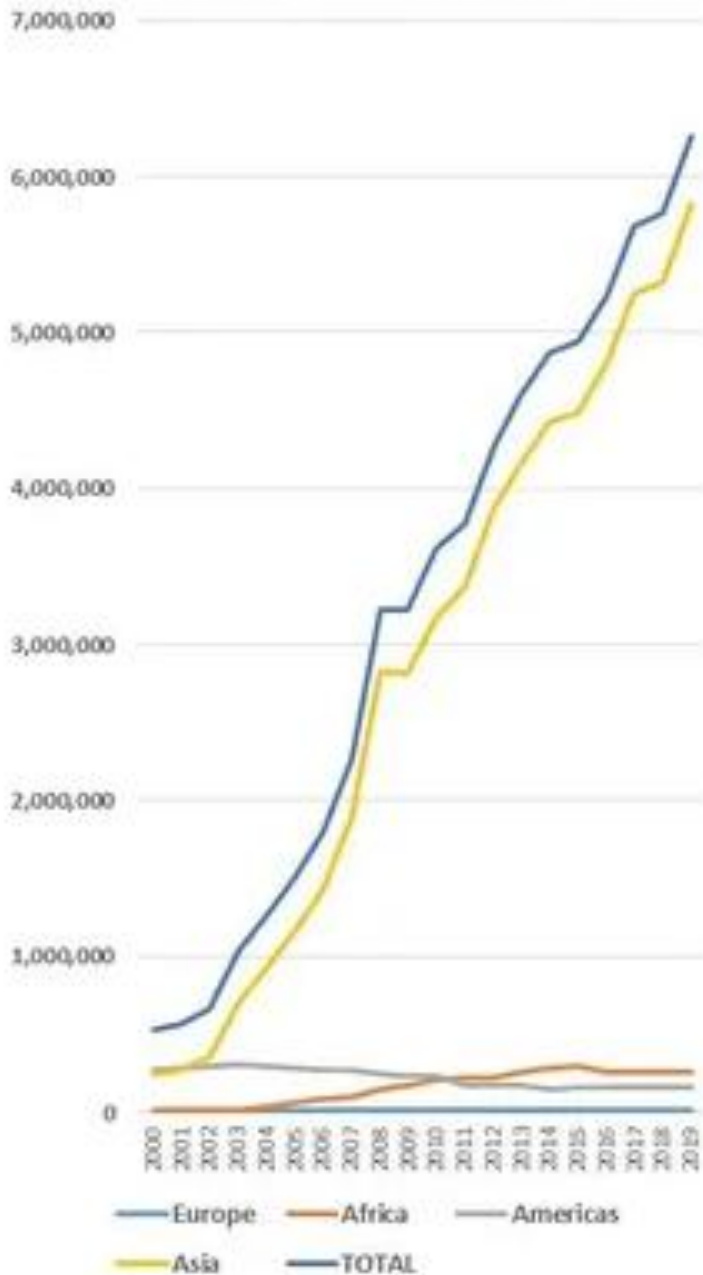
Según la FAO, aunque las carpas siguen siendo el grupo de peces más cultivado en todo el mundo, en los últimos años los bagres han superado a la tilapia para

ocupar el segundo lugar a nivel mundial. Sin embargo, el término "bagre" puede significar diferentes cosas para diferentes personas en diferentes lugares. Y eso es

comprensible dado que hay tantas especies distintas.

Los taxónomos afirman que hay más de 3.000 especies reconocidas de bagres, y cada año se descubren y

Producción global de bagres de cultivo (TM)



Asia lidera la producción mundial de bagre.

clasifican más. Comprenden el orden Siluriformes y se pueden encontrar en todos los continentes excepto en la Antártida. Se ha dicho que aproximadamente una de cada diez especies de peces es un bagre, al igual que una de cada 20 especies de vertebrados. El Sistema

Integrado de Información Taxonómica del gobierno de EE. UU. reconoce unas 36 familias de peces siluriformes, y lo que hace que un bagre sea un bagre en realidad tiene más que ver con su cráneo y vejiga natatoria que con sus bigotes. Si bien hay literalmente miles de

especies de bagre y cientos de candidatos potenciales para la producción acuícola, este artículo se centra en varios que contribuyen con la mayor parte de las cosechas mundiales.

EL BAGRE DE CANAL Y SU HÍBRIDO

El bagre de canal de América del Norte (*Ictalurus punctatus*) fue una de las primeras especies que se cultivaron comercialmente.

Si bien los laboratorios de cría federales han estado propagando la especie desde fines de la década de 1920, la industria realmente comenzó en el sur de los EE. UU. a finales de la década de 1950. Se extendió desde Arkansas por todo el Delta del Mississippi y, a medida que se establecieron las fábricas de alimento, la superficie de cultivo y las cosechas continuaron creciendo. Finalmente, el desarrollo de una serie de plantas de procesamiento en la región estableció firmemente a la industria como una fuerza económica a tener en cuenta. La mayor parte de la industria estadounidense se ha orientado ahora a la producción de híbridos de bagre de canal y bagre azul (*Ictalurus furcatus*), y los métodos de producción en

estanques se están volviendo más intensivos.



La industria del bagre estadounidense se concentra en los estados del sur como Mississippi y Arkansas. © P Greb, USDA ARS.

El bagre de canal tolera las frías temperaturas invernales y, como resultado, se ha introducido ampliamente más allá de su área de distribución natural en países templados de América del Sur, Asia y Europa. De hecho, aproximadamente a partir de los dos años de edad, se requiere de varias semanas hasta varios meses de temperaturas frías para desencadenar la maduración y el desove. En 1984, esta especie se introdujo en China, donde el cultivo en estanques comenzó en 1988 y las exportaciones a los EE. UU. y otros países siguieron en el año 2000.



El bagre de canal y sus descendientes híbridos pueden prosperar en entornos con poco oxígeno.

El bagre de canal ofreció una alternativa novedosa para los piscicultores chinos que operan en climas templados. Desde 2010, la producción china de *I. punctatus* ha superado a la de esa especie y su híbrido en EE. UU. Durante la última década, la producción en China ha aumentado de poco menos de 200.000 toneladas a más de 300.000 toneladas. El bagre azul también se introdujo en China en la década de 1980, según informes de ese país, pero hasta la fecha no se ha conseguido una producción generalizada de bagre de canal con híbrido azul.

A diferencia de algunas especies de bagre cultivadas en Asia y África, *I. punctatus* y su híbrido no pueden utilizar el oxígeno atmosférico y, por lo tanto, no pueden tolerar condiciones de bajo oxígeno prolongadas o severas. Los rendimientos típicos son de 8 a 11 toneladas por hectárea al año, pero se ha informado que algunos sistemas de estanques intensivos alcanzan cosechas cercanas a las 17 toneladas por hectárea.

PANGASIUS

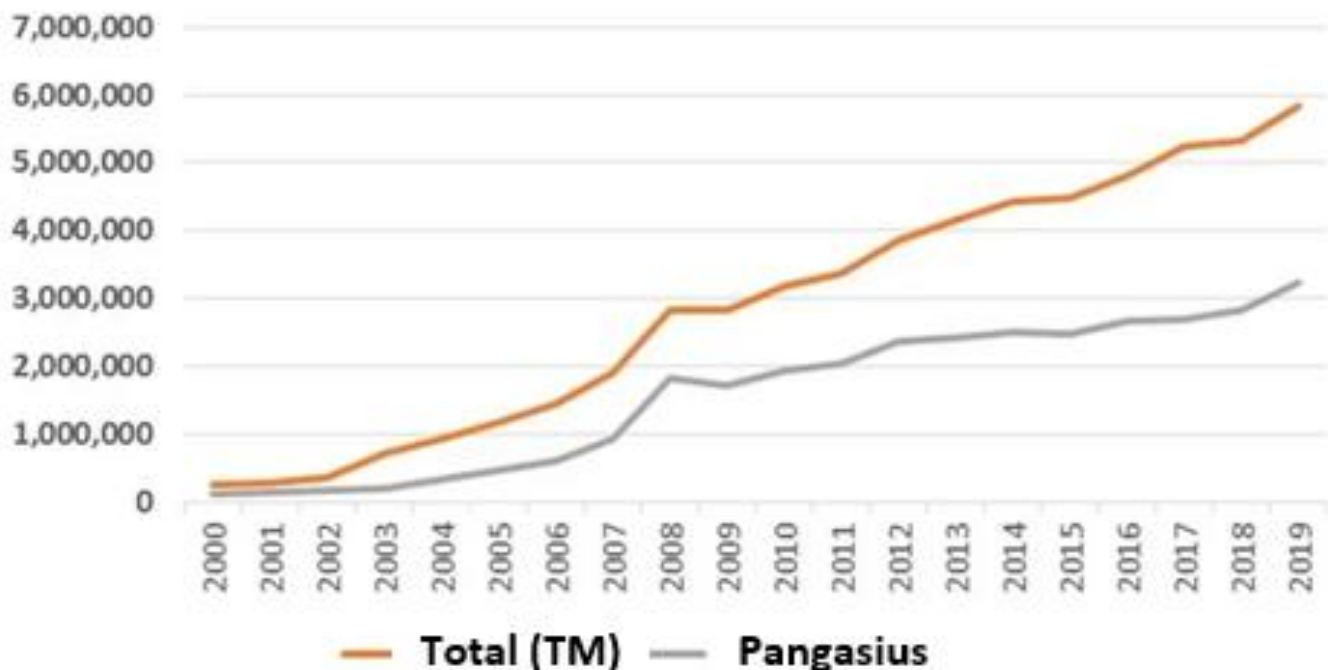
Los bagres Pangásidos son un grupo de especies estrechamente relacionadas que se encuentran en Vietnam y otros países del sudeste asiático, el más cultivado de los cuales es *Pangasianodon hypophthalmus* (anteriormente *Pangasius hypophthalmus*).

Esta especie tropical es particularmente adecuada para el cultivo, como lo demuestra el fenomenal crecimiento de la industria en Vietnam durante las últimas dos décadas. Aunque *P. hypophthalmus* se ha cultivado en Tailandia

desde la década de 1950, la primera producción notificada de Vietnam a la FAO (40.000 toneladas) no se produjo hasta 1997. Para 2019, la producción notificada de Vietnam fue de 1,6 millones de toneladas. Esta trayectoria de crecimiento es claramente lo que ha impulsado el aumento de los bagres a nivel mundial en los últimos años.

Como fue el caso de la cría del bagre de canal en los EE. UU., la expansión de la industria en Vietnam y los países vecinos se ha visto impulsada por la disponibilidad y adopción

Bagres de cultivo - Asia (TM)



La industria del *pangasius* en Asia experimentó una rápida expansión una vez que los alimentos manufacturados estuvieron disponibles.

de alimentos manufacturados, así como por el acceso a instalaciones de procesamiento destinadas a la exportación. *P. hypophthalmus* se cultiva cada vez más en otros países asiáticos, incluidos Bangladesh, Camboya, China, India, Indonesia, Laos y Malasia. En los últimos años también se ha informado de la producción en varias naciones del Caribe y, según se informa, la especie se ha introducido en Brasil y Colombia para su cultivo.

Un respirador de aire facultativo, lo que significa que los niveles de oxígeno disuelto son menos importantes que para la mayoría de los peces de piscifactoría. La consideración clave para un cultivo exitoso de *P. hypophthalmus* es mantener los otros parámetros de calidad del agua en niveles aceptables. En la mayoría de las operaciones de producción en Vietnam, esto se logra mediante intercambios diarios de agua del 20 al 40 por ciento. Los estanques de producción suelen tener 4 metros de profundidad y los rendimientos son de aproximadamente 300 toneladas por hectárea por ciclo de cultivo de 6 a 8 meses.

ESPECIES E HÍBRIDOS DE CLARIAS

Aunque existen varias especies de *Clarias* cultivadas actualmente en todo el mundo, probablemente la más reconocida sea *C. gariepinus*. Nombrado así debido al río Gariep que delimita la parte sur de su área de distribución natural en Sudáfrica, la especie se encuentra en la mayor

parte de África, el Medio Oriente y hacia el norte en Europa del Este. Se ha descrito que tiene el rango de latitud más amplio (unos 70 grados) de todos los peces de agua dulce. Gracias a su adaptabilidad, *C. gariepinus* se ha introducido ampliamente en muchos países más allá de su área de distribución nativa, incluidos Bangladesh, Brasil, China,



El bagre africano es muy adaptable y se produce en cuatro continentes.

Cuba, Nepal, los Países Bajos y Filipinas.

Aunque el interés por cultivar *C. gariepinus* ya estaba muy extendido en África y Europa en la década de 1970, no se desarrollaron métodos para la producción confiable de alevines hasta casi una década después. A medida que la información técnica y las hormonas disponibles comercialmente se han vuelto más accesibles en todo el continente africano en los últimos años, la disponibilidad de alevines ya no es una barrera importante para el crecimiento futuro de la industria, aunque la calidad de los alevines sigue siendo problemática.

Algunos operadores de los laboratorios de cría más grandes en Nigeria y en otros lugares utilizan sistemas de recirculación intensiva para producir alevines de alta calidad en grandes cantidades. Sin embargo, los suministros y la calidad de los alevines todavía se citan como limitaciones para la expansión de las actividades acuícolas en muchos países africanos. Dado que *C. gariepinus* es bastante caníbal, los alevines deben clasificarse por tamaños aproximados al momento de la siembra y



El abastecimiento de alevines de alta calidad sigue siendo un desafío para los productores de bagre africanos.

al menos una vez durante el período de crecimiento.

Si bien la producción en estanques ha sido el método tradicional de cultivo de *C. gariepinus*, la especie se presta a la producción de alta densidad en tanques con muy bajo recambio (con uno o dos recambios de agua por semana) y también en sistemas de recirculación. Esto se debe a la presencia de un órgano accesorio para respirar aire. Si bien se ha informado que los rendimientos en tanques con poco recambio se acercan a los 40 kg por m³ en un ciclo de seis meses (80 kg por m³ al año), los de los sistemas de recirculación pueden superar los 1000 kg por m³

por año (con cosechas parciales regulares).

A medida que aumenta el nivel de vida y sigue creciendo el número de consumidores, se espera que la industria del bagre de África se expanda sustancialmente en la próxima década. La mayor disponibilidad de fuentes de alimentos manufacturados debería ayudar a impulsar este crecimiento, como ha sido el caso en otras regiones. Sin embargo, las plantas de procesamiento probablemente estén muy lejos en el futuro para este sector, ya que las cadenas de valor tradicionales aún son suficientes para entregar productos frescos y ahumados a los consumidores tanto en los

mercados rurales como urbanos.

La producción de bagre africano sigue atrayendo inversiones dentro y fuera del continente. Una empresa checa invirtió recientemente en un

moderno criadero de bagre en Camerún, y el gobierno de Tanzania firmó un acuerdo con el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola para apoyar la producción anual de 10 millones de alevines de bagre en 15 centros de

desarrollo en ese país. Numerosos otros proyectos que promueven la expansión de la industria están en curso en muchos países.

Otra especie de *Clarias*, *C. batrachus*, se cultiva ampliamente en Tailandia y la región circundante. El rango de esta especie aparentemente se superpone con el de *C. magur* estrechamente relacionado y dos especies o subespecies posiblemente no descritas pero distintas, desde Bangladesh hasta Borneo. *C. batrachus* puede ser menos tolerante al frío que su primo africano, pero prospera en todo el sudeste asiático tropical. Entre *C. batrachus*, *C. gariepinus* introducido y la especie nativa *C. macrocephalus* en Filipinas, Guam y el sudeste asiático continental, se han producido y cultivado varios híbridos de *Clarias*. *C. batrachus* se introdujo en el estado de Florida hace muchas décadas y ahora se considera una especie molesta bien establecida allí.



Clarias batrachus es una especie de bagre africano que se cultiva ampliamente en Tailandia.

SUDAMÉRICA

En América del Sur se pueden encontrar varias especies de bagre con potencial para la acuicultura. La mayoría son tropicales y muchas

exhiben un crecimiento rápido y son de relativa facilidad para la reproducción artificial.

El género *Pseudoplatystoma* ya se comercializa ampliamente y la investigación en curso está ayudando a la industria a avanzar rápidamente. Recientemente, investigadores en Perú optimizaron las dietas de larvas y juveniles para *P. fasciatum*. Esta especie también es importante en varios otros países, especialmente en Brasil. Otras especies relacionadas de interés incluyen *P. reticulatum* en Colombia y Venezuela y *P. corruscans* en Brasil.

Se cultivan híbridos entre varias especies de *Pseudoplatystoma* con *Leiarius marmoratus*, y estos peces suelen crecer de 1,5 a 2 kg en 12 meses. La hibridación es relativamente fácil porque los métodos de desove artificial están bien documentados y se implementan fácilmente. Los *pseudoplatystomas* son más piscívoros que la mayoría de las especies de bagres, por lo que sus necesidades de proteínas

dietéticas son comparativamente altas. La mayor parte de la producción se realiza en estanques, pero estos peces pueden adaptarse a condiciones de crecimiento en canales y jaulas, así como en tanques de recirculación de cría.

El bagre plateado, *Rhamdia quelen*, ha sido objeto de investigación y desarrollo en Argentina, Uruguay y también en el sur de Brasil. Esta especie parece aceptar más las proteínas vegetales. Es adaptable a una amplia gama de temperaturas, pero funciona mejor en regiones subtropicales templadas.

¿EL FUTURO DE LOS BAGRES?

Como es el caso de las carpas, los bagres son un grupo diverso de especies y muchas de ellas se prestan a la cría. Y, como ha sido el caso de la tilapia y muchas



El género *Pseudoplatystoma* se cultiva ampliamente en el Caribe y América del Sur. © Estefeni de Jesus Pinto. © B. Ganguly.

otras especies, a medida que los alimentos comerciales se vuelven más disponibles en lugares como África y América del Sur, podemos esperar ver más y más acuicultura de bagre en estas regiones. ¿Mantendrán estos peces su ventaja sobre la tilapia? ¿Eventualmente rivalizarán con las carpas por el dominio global? Las tendencias sugieren que puede ser posible algún día.

Nota: Artículo publicado originalmente en The Fish Site, de fecha 27 de octubre de 2021. Puede acceder la versión original en inglés en: <https://thefishsite.com/articles/the-rise-and-rise-of-global-catfish-aquaculture>

¿INYECTORES O MANGUERAS DE AIRE?

Dariano Krummenauer¹, Wellica Gomes dos Reis¹, Paulo Cesar Abreu¹, Aline Bezerra², Wilson Wasielesky Jr.² y Bob Advent³

¹Laboratório de Ecologia de Microrganismos Aplicados a Aquicultura, Instituto de Oceanografia, FURG.
Email: darianok@gmail.com

²Laboratório de Carcinocultura, Instituto de Oceanografia, FURG.

³All-Aqua Aeration, Farmington Hills, MI. USA.



El sistema biofloc (BFT System) está actualmente bien establecido en la cadena de producción de camarón marino. Caracterizado por la estimulación de la comunidad microbiana, es un sistema más bioseguro que ofrece un soporte

nutricional capaz de mejorar la salud intestinal de los animales. Además de servir como alimento, la comunidad microbiana también controla la acumulación de compuestos nitrogenados tóxicos, hecho que permite un cambio de agua mínimo

o nulo durante el ciclo de producción. La formación de agregados microbianos, o bioflocs, depende de interacciones físicas, químicas y biológicas que son estimuladas por la velocidad de mezcla y oxigenación generada por el sistema de aireación. Las

bacterias proliferan al adherirse a la burbuja, utilizando nutrientes y materia orgánica disponible en la columna de agua. El tamaño de la burbuja generada por el sistema de aireación juega un papel fundamental en la formación de bioflocs. Las bacterias se adhieren a las nanoburbujas y forman

bioflocs más rápido en comparación con las burbujas más grandes. El desarrollo de un sistema de biofloc maduro es crucial para estabilizar la disponibilidad de nutrientes como complemento alimenticio y la disponibilidad de bacterias nitrificantes esenciales para mantener la calidad del

agua (Figura 1). Esta nueva biomasa bacteriana será consumida por protozoos y otros grupos de microorganismos, aumentando así la disponibilidad de nutrientes en el sistema, fenómeno conocido como “circuito microbiano” (Figura 2).

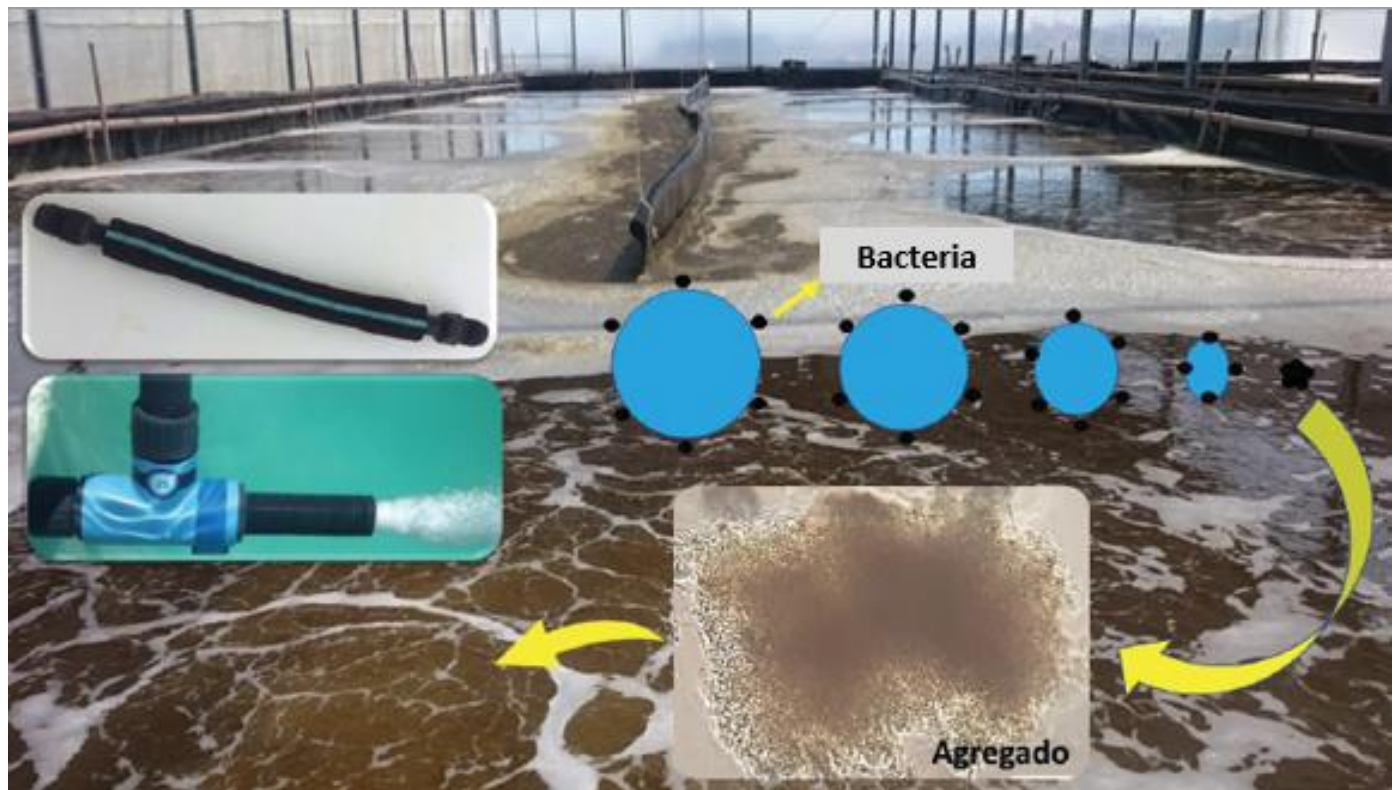


Figura 1. Johnson, 1976 - Descripción del desarrollo de agregados en burbujas (círculo azul) adaptado por Gomes dos Reis, 2021. En la figura, los puntos negros representan bacterias adheridas a las burbujas (representadas en azul). En las burbujas más grandes, la distancia entre las bacterias es mayor, mientras que en las burbujas más pequeñas ocurre lo contrario y las bacterias se colocan más juntas. Por lo tanto, cuanto más pequeña es la burbuja generada, más rápida es la formación de agregados bacterianos (bioflocs) (Fotos de Wellica Reis y Dariano Krummenauer).

ESTE ESPACIO ESTÁ ESPERANDO POR TI



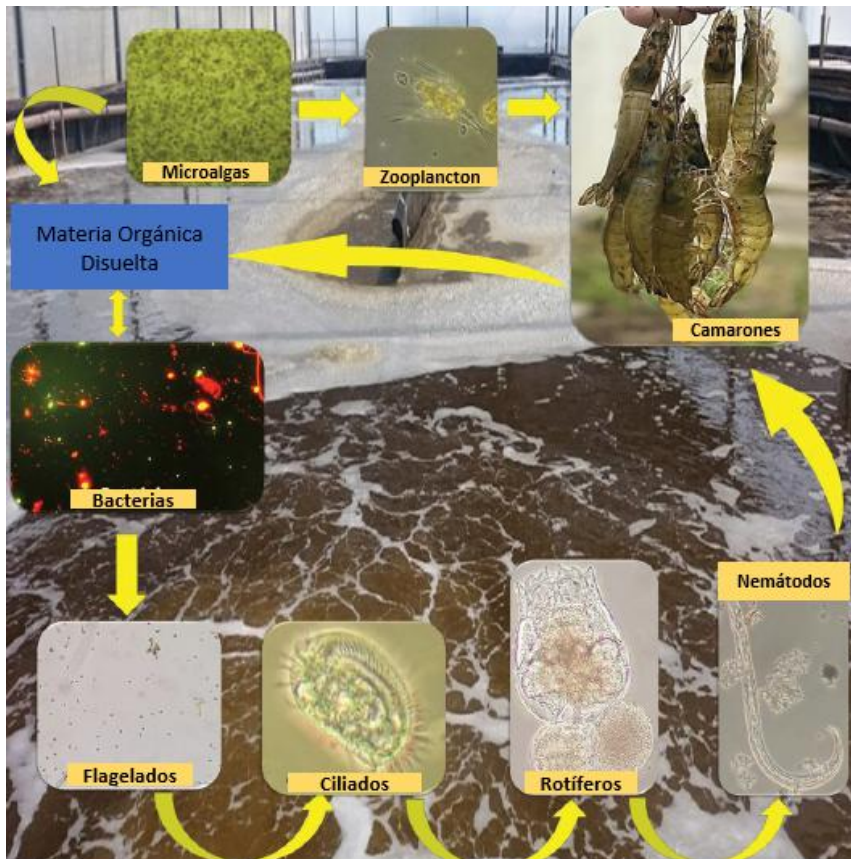


Figura 2. Concepto de "circuito microbiano" de Azam et al. (1983) y adaptado por Gomes dos Reis 2021. La materia orgánica disuelta generada a partir de microalgas muertas y alimento no consumido genera una nueva cadena trófica en la que la materia orgánica disuelta es asimilada por bacterias, que son consumidas por otros grupos de microorganismos (flagelados), que a su vez son depredados por ciliados, propiciando el desarrollo de otros grupos, como rotíferos y nemátodos. Los microorganismos desarrollados a partir de este "circuito microbiano" contribuyen como alimento natural, sirviendo como complemento alimenticio para la nutrición del camarón y para el ciclo de nutrientes en los cultivos (Fotos de Wellica Reis, Mariana Holanda y Dariano Krummenauer).

En este contexto, es fundamental que los productores utilicen un sistema de aireación eficiente que presente el mejor costo-beneficio en términos de productividad. En los últimos años, el equipo de FURG ha centrado sus estudios en el efecto de la aireación en la formación y disponibilidad de bioflocs. Este artículo compara el rendimiento de

dos sistemas de aireación comerciales, el inyector de aire comercial (boquilla) y las mangueras difusoras microperforadas (Aerotube). Ambos productos se han analizado en detalle en muchos artículos publicados.

MANGUERAS MICROPERFORADAS VS. INYECTORES DE AIRE

Las mangueras difusoras utilizan un soplador que genera un gran volumen de aire a baja presión, complementando el sistema con aire atmosférico. Las mangueras difusoras microperforadas se instalan en tuberías de PVC y se fijan al fondo de los tanques de producción. Las principales ventajas de las mangueras microperforadas son su

durabilidad y mejor rentabilidad en comparación con las piedras porosas.

Los inyectores de aire (boquilla) utilizan una bomba centrífuga que succiona aire del medio ambiente a una velocidad 6 veces mayor que el volumen de agua de bombeo. Se colocan en el fondo del tanque y tienen un tubo de "snorkel" que captura el aire atmosférico y lo inyecta en el agua en forma de nanoburbujas, lo que proporciona una alta

tasa de transferencia de oxígeno disuelto. Además, el flujo de agua dirigido generado por las nanoburbujas crea movimientos horizontales y verticales, manteniendo los sólidos en suspensión, característica fundamental para el éxito del sistema biofloc. Por tanto, el objetivo de este estudio fue comparar los dos sistemas de aireación y su efecto sobre la composición de la comunidad microbiana y la mejora en la formación de bioflocs.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en la Estación de Acuicultura Marina de la Universidad Federal de Río Grande (FURG). Se utilizaron postlarvas de *Litopenaeus vannamei* (Aquatec) criadas durante 70 días en dos invernaderos cubiertos, uno con 12 tanques de 35 m³ funcionando sin recambio de agua y el otro con dos raceways de 237 m³ cada uno. La densidad de población fue de 500 camarones por m² en todos los tratamientos y los tanques se llenaron con agua de mar filtrada con una salinidad de 28 ppt.

En el tratamiento de la boquilla, los inyectores de aire se colocaron en paralelo, cerca de la pared lateral de los raceways. Las mangueras microperforadas se cortaron en trozos de 10 cm cada uno, se conectaron mediante tuberías de PVC y se distribuyeron en los tanques a razón de un trozo cada 1,5 m. El tercer tratamiento utilizó mangueras microperforadas e inyectores de aire.

Los inyectores de aire funcionaban con una bomba de 2HP y las mangueras microperforadas usaban un soplador de 2HP. También

se probó un tercer tratamiento utilizando ambos dispositivos simultáneamente (mixto).

FORMACIÓN DE BIOFLOC

Para estimular la formación de bioflocs, la relación C:N del sistema se mantuvo en 15:1, según la metodología propuesta por Avnimelech (1999) y Ebeling *et al.* (2006). La fertilización orgánica se realizó mediante la adición de melaza de caña de azúcar con 37,27% de carbono. Para mantener la relación C:N alrededor de 15:1, se añadieron 6 g de carbono (melaza) por cada 1,0 g de nitrógeno amoniacal total (NAT) analizado durante el cultivo.

PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA

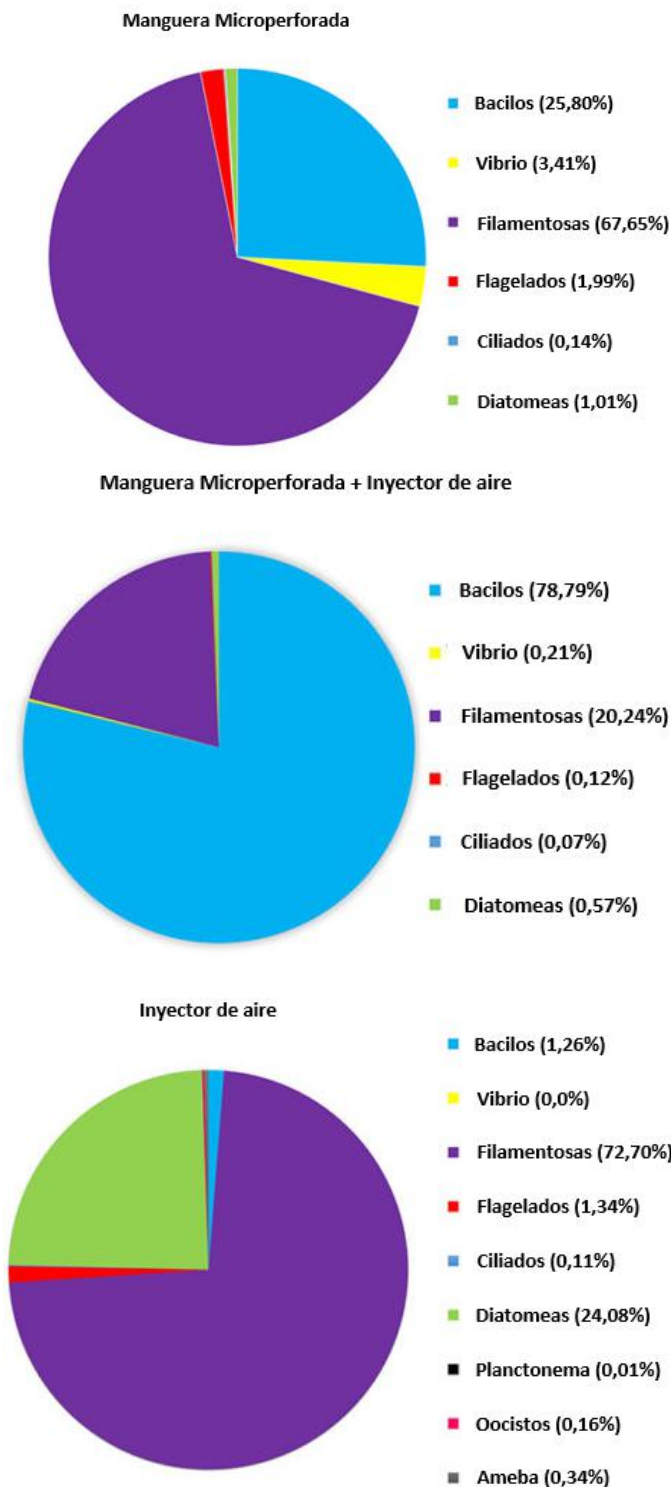
Se tomaron diariamente medidas de temperatura, oxígeno disuelto y pH utilizando una sonda multiparamétrica. El pH y la alcalinidad se corrigieron con hidróxido de calcio siempre que el pH fuera menor de 7,0 y la alcalinidad menor de 100 mg de CaCO₃/L. La alcalinidad se midió mediante titulación una vez a la semana. Semanalmente también se monitorearon las concentraciones totales de amoníaco, nitrito, nitrato,

fosfato y sólidos suspendidos totales (SST).

Los camarones fueron alimentados con un alimento comercial (40% PC, Guabi), ajustado semanalmente según el crecimiento. Para ayudar a mantener la calidad del agua, se aplicó semanalmente 1,0 g de un probiótico comercial por mil litros de agua en todos los tratamientos.

EVALUACIÓN DE LA COMUNIDAD MICROBIANA

Para llevar a cabo la cuantificación de los microorganismos presentes en el sistema de producción, se recolectaron muestras de agua (20 ml) de cada unidad experimental una vez por semana. Las muestras se fijaron en formalina al 4% (concentración final) y se guardaron en matraces de color ámbar para su posterior recuento e identificación de los principales grupos de microorganismos presentes. Para determinar la abundancia bacteriana, las muestras fijadas se filtraron en filtros de membrana de policarbonato previamente oscurecidos con Irgalan Black y teñidos con naranja de acridina al 1% a una concentración de 1 µg/ml



(Hobbie et al., 1977). Las bacterias se fotografiaron usando una cámara unida a un microscopio de

epifluorescencia con un aumento total de 1000x. Para cuantificar los protozoos se utilizó un microscopio invertido con un aumento total de 200x, donde se colocaron alícuotas de 2,1 ml de las muestras en una cámara de sedimentación y se contaron 30 campos aleatorios (Utermöhl, 1958). Los microorganismos se clasificaron en diferentes grupos de bacterias (*Vibrio* sp. y *Bacillus* sp.), protozoos y otros grupos (flagelados, ciliados, diatomeas, oocistos, amebas, planctonemas, rotíferos y grupos de nemátodos).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el tratamiento con inyectores de aire (boquillas) hubo una mayor diversidad de microorganismos como protozoos, microalgas y bacterias. Se observó en mayor abundancia la presencia de flagelados, ciliados, amebas, diatomeas, oocistos, planctonema, bacilos y bacterias filamentosas libres. Por otro lado, la composición de los microorganismos de los otros dos tratamientos (aerotube y mixto) fue diferente y se encontraron flagelados, ciliados, diatomeas, bacilos, vibrios y

Figura 3. Diversidad y abundancia de microorganismos encontrados en tratamientos: mangueras microperforadas, inyectores de aire y mangueras perforadas + inyectores de aire.

bacterias filamentosas (Figura 3).

La mayor diversidad de microorganismos producidos en el agua cultivada juega un papel importante en el flujo de energía en los ecosistemas acuáticos. Además, los microorganismos son conocidos no sólo como fuentes importantes de proteínas, sino también por aportar suplementos de lípidos, minerales y vitaminas a los camarones. Así, el alimento natural proporcionado por los bioflocs sirve como fuente suplementaria de nutrientes, reflejándose en un mejor desempeño zootécnico, resultando en una mayor productividad en el cultivo de camarón marino en un sistema de biofloc.

La mayor diversidad de microorganismos encontrados en el tratamiento mediante inyectores probablemente esté relacionada con el tamaño de las nanoburbujas generadas por el sistema de aireación. Como se ve en la Figura 1, las nanoburbujas proporcionan una mayor

área de superficie relativa para que las bacterias se adhieran. Una vez que se adhiere una gran cantidad de bacterias a las nanoburbujas, la formación de bioflocs se produce rápidamente. La velocidad de formación de agregados microbianos en relación al tamaño de las burbujas también favorece la sucesión de otros grupos de microorganismos en el sistema de cultivo (Figura 2), contribuyendo a una mayor diversidad y soporte nutricional para los organismos cultivados.

Otro aspecto importante a considerar es la abundancia de organismos que se observó en los diferentes tipos de aireación. Esto está relacionado con los procesos “de arriba hacia abajo” y “de abajo hacia arriba” que ocurren naturalmente en los niveles tróficos presentes en los estanques de cultivo. De arriba hacia abajo se refiere a la depredación que ocurre a un nivel trófico superior, como los camarones que se alimentan de microorganismos (un complemento alimenticio) que provocan una variación en la abundancia de estos

organismos en el sistema de producción. En el proceso de abajo hacia arriba ocurre lo contrario, es decir, los organismos productores son los encargados de regular todo el nivel trófico. Las bacterias, microalgas y otros elementos que componen el fitoplancton son los principales productores que influyen en el siguiente nivel trófico. Esto puede explicar las diferentes concentraciones de microorganismos que se observan, ya que los organismos se alimentan o se aprovechan de ellos.

CONCLUSIÓN

Los resultados presentados en este estudio indican una mayor diversidad de microorganismos en el tratamiento con inyectores. Por tanto, es probable que las nanoburbujas producidas por los inyectores proporcionaran un mejor desarrollo de los bioflocs, contribuyendo a un aumento en la disponibilidad de alimento complementario (Figuras 4 y 5), resultando así en una mayor productividad del camarón cultivado en este sistema.

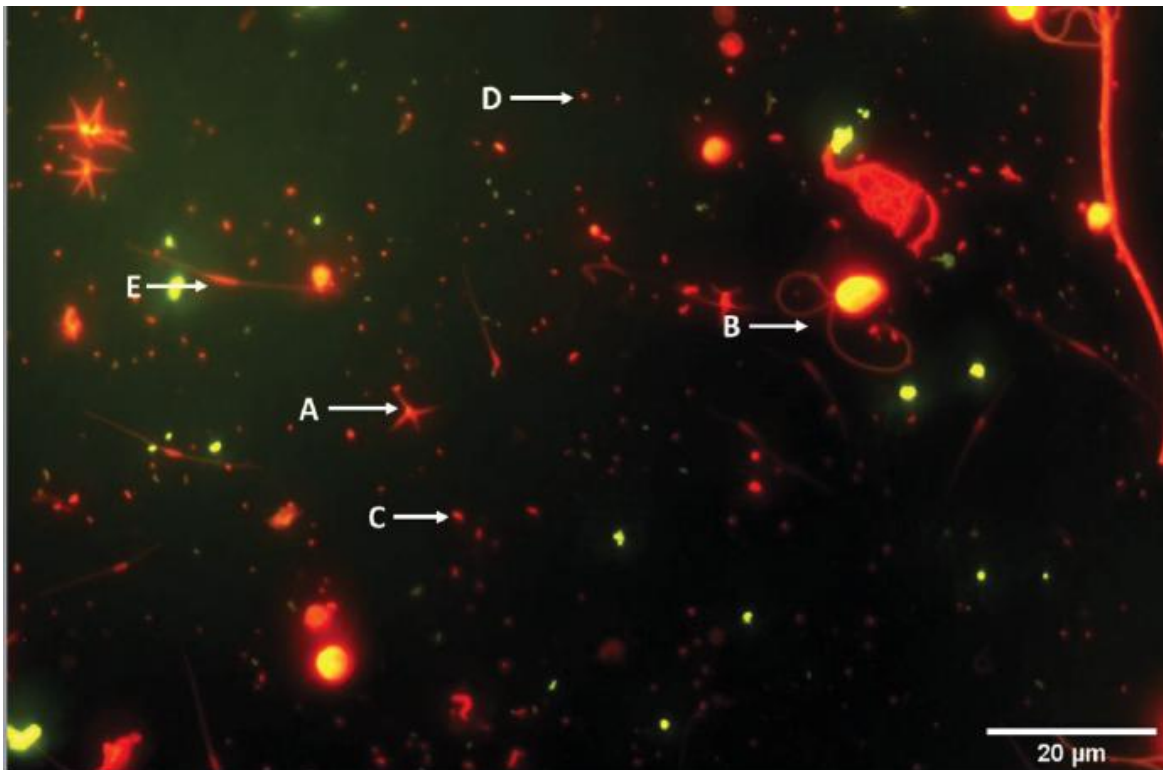


Figura 4. Abundancia de bacterias en la comunidad microbiana, tratamiento con inyectores: (A) ameba, (B) flagelados, (C) bacilos, (D) coccoides, (E) diatomeas. Ampliación de 1000x por epifluorescencia. Imagen: Wellica Reis.

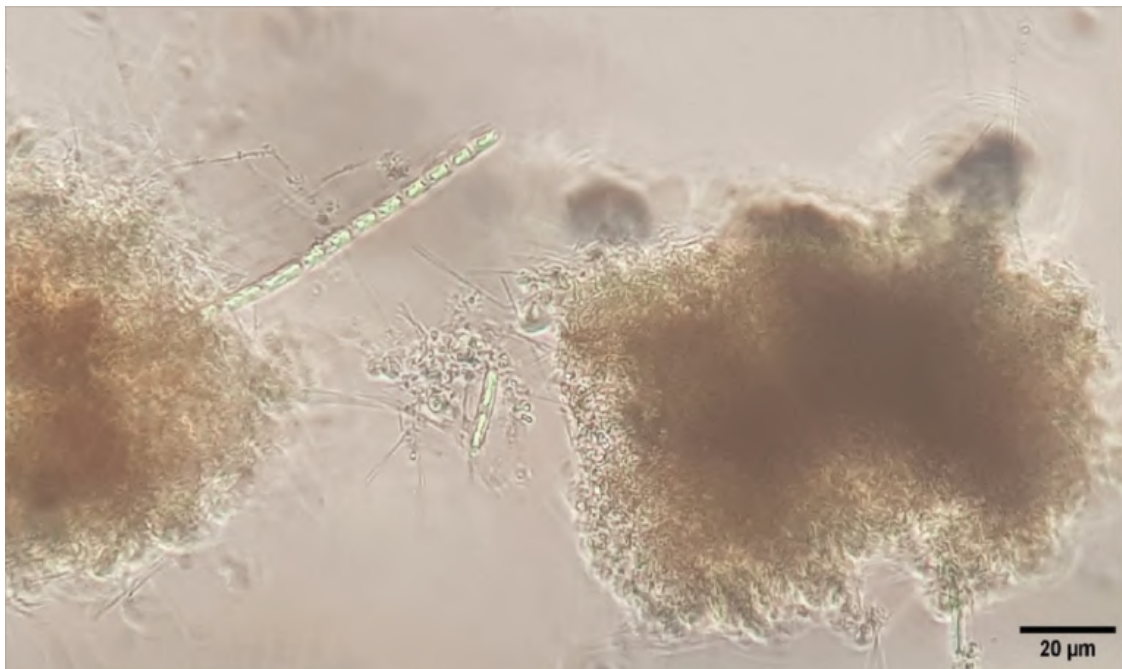


Figura 5. Tratamiento con inyectores: bioflocs bajo microscopía invertida, aumento de 20x. Imagen: Wellica Reis.

Referencias bibliográficas a su disposición en el trabajo original.

Nota: Artículo publicado originalmente en la revista Panorama da Aquaculture, 2021, Vol. 31, Edición 184. Puede acceder a la versión original en: <https://panoramadaaquicultura.com.br/injetores-ou-mangueiras-de-ar/>

USO DE FERTILIZACIÓN SIMBIÓTICA EN PRECRIADEROS DE CAMARONES MARINOS

Luis Otavio Brito da Silva¹; Priscilla Celes Maciel de Lima¹; Danielle Alves da Silva¹; Gênison Carneiro Silva¹; Agatha Catharina Limeira¹; Dijaci Araújo Ferreira²; Reginaldo Florêncio da Silva Júnior³, Suzianny Maria Bezerra Cabral Silva¹ y Alfredo Olivera Gálvez¹

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

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.

En los últimos 20 años, el cultivo de camarón se ha convertido en una de las ramas de la industria acuícola de más rápido crecimiento en el mundo. Sin embargo, su rápida expansión depende de factores que incluyen la coexistencia con brotes de enfermedades, control de costos de producción y comercialización. Particularmente, en relación con los problemas de salud, la vibriosis, causada por *Vibrio harveyi* y *V. parahaemolyticus*, y enfermedades virales (WSSD - síndrome de la mancha blanca y NMI - Mionecrosis infecciosa) han culminado en altas tasas de mortalidad e impacto significativo en la rentabilidad del sector.

Tradicionalmente, las estrategias utilizadas para el control de las enfermedades bacterianas incluyeron el uso de antimicrobianos y quimioterápicos, pero la

administración indiscriminada de estos productos, colaboró significativamente para que las bacterias se hicieran resistentes. Por tanto, la búsqueda de estrategias de manejo y productos para reducir la incidencia de brotes de vibriosis y promover una mejora de los índices zootécnicos son cada vez más recurrentes. Dentro de estas estrategias, se destaca el uso reciente de prebióticos y probióticos asociados con procesos de fertilización simbiótica. Los prebióticos son definidos por Collins y Gibson (1999), como ingredientes no digeribles, que afectan beneficiosamente el intestino del animal, estimulando el crecimiento de bacterias beneficiosas en el tracto intestinal, mientras los probióticos son suplementos microbianos vivos que proveen un efecto beneficioso en el hospedero, a través de la modificación de su comunidad microbiana o

en el medio ambiente (biorremediador), que proporciona una mayor eficiencia en el uso de los alimentos, incluyendo el fortalecimiento inmunológico contra enfermedades y mejora de la calidad del agua (Verschuere *et al.* 2000).

La fertilización simbiótica constituye una conjunción resultante de la descomposición de los productos de origen vegetal, principalmente salvado de trigo, soja o arroz, por bacterias (*Bacillus*, *Bifidobacterium* y *Lactobacillus*) y/o levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*), en un proceso anaeróbico y/o aeróbico controlado, que produce ácidos orgánicos, vitaminas del complejo B o antibióticos naturales, mejorando la solubilidad de las fuentes de carbohidratos (monosacáridos, disacáridos y polisacáridos). Los polisacáridos utilizados (prebióticos) constituyen un

grupo de carbohidratos que no son fácilmente digeribles por las vibrionáceas a diferencia de otras bacterias y/o microorganismos probióticos que tienen mayor capacidad para utilizar esta fuente de carbohidratos. Esta comunidad microbiana, mediante el uso de una fuente de carbono orgánico en agua, asimila los compuestos nitrogenados tóxicos presentes en el agua transformándolos en proteína microbiana, proporcionando, una fuente de complementos alimenticios, que tiene un efecto positivo en la restauración de la flora bacteriana en el intestino y hepatopáncreas de los camarones cultivados, estimulando una mejora de su sistema inmunológico. Esta gestión de la fertilización también es caracterizada por una mejor calidad del agua, disminución de la concentración de materia orgánica, mejora del rendimiento y resultados económicos prometedores.

Entre los diversos microorganismos que podemos usar en fertilización simbiótica, podemos destacar:

1. Bacterias ácido lácticas de diferentes especies de los géneros: *Lactobacillus*, *Pediococcus*,

Bifidobacterium, *Enterococcus*, entre otras.

2. Bacterias grampositivas formadoras de esporas de diferentes especies como *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis*, *B. pumilus*, *B. megaterium*, *B. amyloliquefaciens*, *B. clausii*, *B. megaterio*, entre otras.

3. Hongos, como la levadura (principalmente especies del género *Saccharomyces*).

Las bacterias ácido lácticas son importantes para la acuicultura porque producen compuestos antimicrobianos (bacteriocinas, peróxido de hidrógeno, ácido láctico y ácidos orgánicos) que inhiben el crecimiento de muchas bacterias patógenas gram negativas y estimulan el sistema inmunológico del hospedero, generando una respuesta inmune inespecífica. Similar a las bacterias ácido lácticas, microorganismos del género *Bacillus* destacan por sus características de reducir y/o inhibir la proliferación de *Vibrios* spp., por medio de la producción de antibióticos naturales y compitiendo con los patógenos por nutrientes. Entre las levaduras, las especies del género *Saccharomyces* se utilizan ampliamente en producción de procesos

fermentativos útiles en la industria de los alimentos.

Saccharomyces es una levadura ascomicética, anaeróbica facultativa. Gracias a su habilidad en convertir azúcares en etanol y dióxido de carbono, esta especie se puede utilizar como probiótico en la alimentación animal. Además, este tipo de levadura tiene la capacidad de reducir las bacterias patógenas en el tracto digestivo de los camarones y estimular su sistema inmunológico.

El uso de procesos anaeróbicos (fermentación) y/o aeróbicos (respiración) con microorganismos (*Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Enterococcus*, *Bacillus*, *Saccharomyces*, entre otros) está entre una de las maneras de aumentar la disponibilidad de nutrientes de una materia prima, especialmente cereales. Durante la fermentación, hay una reducción en el contenido de fibra y un aumento de la biomasa microbiana. Estos microorganismos transforman los compuestos químicos de las materias primas descomponiendo moléculas orgánicas complejas, como polisacáridos, en moléculas más simples, aumentando así la biodisponibilidad y

solubilidad de los nutrientes, haciéndolos más nutritivos.

Los procesos de fermentación y respiración resultan en la formación de una gama de productos, incluida la formación de ácidos orgánicos (ácido láctico, ácido acético, ácido fórmico, ácido propiónico, ácido palmítico, ácido pirúvico, ácido málico, ácido fórmico y butírico), alcohol (etanol), aldehídos, cetonas y bacteriocinas. Los ácidos producidos reducen el pH, alterando así el equilibrio de la flora bacteriana intestinal, ya que la mayoría de los microorganismos patógenos observados no puede sobrevivir a pH bajo, por lo tanto, la producción de ácido láctico se ha utilizado para reducir el crecimiento de microorganismos patógenos.

En la fermentación, los microorganismos producen enzimas (amilasas, proteasas, fitasas y lipasas) que modifican los productos alimenticios primarios mediante la hidrólisis de polisacáridos, proteínas, fitatos y lípidos, respectivamente. Después de la fermentación, la cantidad y calidad de proteínas, vitaminas solubles, aminoácidos y ácidos grasos esenciales son generalmente mayores.

Por otro lado, el ácido fítico y los taninos disminuyen durante la fermentación, lo que lleva a aumento de la biodisponibilidad de minerales (calcio, fósforo, zinc y hierro), así como aminoácidos y azúcares simples. Sin embargo, los productos generados del crecimiento microbiano pueden verse afectados por la composición del medio (fuente de carbohidratos, concentración de azúcar y factores de crecimiento), la presencia de oxígeno, pH y concentración de producto.

Las bacterias ácido lácticas se consideran organismos anaerobios tolerantes al oxígeno con metabolismo fermentativo. El cultivo aeróbico de *Lactobacillus plantarum* altera el metabolismo central redireccionando el piruvato, generando una acumulación de acetato, sin embargo, en un ambiente anaeróbico, el lactato es el principal producto final. En un ambiente anaeróbico, la concentración de lactato puede ser hasta 8 veces mayor que la concentración de acetato. Respecto al crecimiento microbiano, el cultivo en un medio aeróbico no proporciona aumento de la tasa de crecimiento de *Lactobacillus* en comparación con un medio anaeróbico.

Bacillus sp., tiene mayor crecimiento cuando es cultivado en un ambiente aeróbico, al igual que las especies que pueden crecer por fermentación y anaerobiosis, en presencia de nitrato, nitrito o piruvato, como *Bacillus subtilis*. En condiciones anaeróbicas, algunas especies tienen una alta tasa de conversión de glucosa en ácido láctico de alta pureza entre 96,8 y 99%, pero debido a acumulación de este ácido, la eficiencia de su producción disminuye al aumentar el tiempo de fermentación.

Las levaduras anaerobias facultativas, crecen tanto en un ambiente aeróbico o anaeróbico. En un medio aeróbico (respiración), el azúcar (glucosa, fructosa, sacarosa o maltosa) se oxida, dando como resultado dióxido de carbono y agua, en un ambiente anaeróbico (fermentación) el azúcar se oxida, dando como resultado etanol y dióxido de carbono, y estos procesos pueden ocurrir simultáneamente.

Para la producción de fertilizantes simbióticos se utilizan algunos insumos, tales como: salvado (arroz, trigo y/o soja), enzimas (proteasa, amilasa, lipasa), melaza de azúcar y/o azúcar, un alcalinizante

(buffer NaHCO_3 -bicarbonato de sodio o CaCO_3 calcáreo, hidróxido de calcio, *Lithothamnium* y otros equivalentes de carbonato de calcio) y agua tratada. Las dosis varían dependiendo de la densidad del cultivo, oxígeno disuelto en agua, pH, transparencia, color de agua, ORP (potencial de oxidación/reducción -capacidad de oxidar o reducir sustancias) y presencia de vibrios.

El salvado de arroz se utiliza como sustrato sólido para el crecimiento de bacterias y levaduras, además de ser una fuente de carbono orgánico (polisacárido) de difícil asimilación por los vibrios. Las enzimas, también conocidas como biocatalizadores, son una sustancia biológica que inicia o acelera la velocidad de una reacción bioquímica, sin que sea consumida en la reacción. Similar a otros catalizadores químicos, las enzimas también son muy eficaces para aumentar la tasa de reacciones bioquímicas que, de otra manera, ocurren muy lentamente, o en algunos casos, no ocurren. Un ejemplo común es la conversión de los alimentos, que incluyen principalmente proteínas,

carbohidratos y grasas, en sus constituyentes básicos. Se utiliza azúcar y/o melaza de azúcar como fuente de carbohidratos en el sistema, favoreciendo el crecimiento más rápido de microorganismos probióticos, que pueden estar ausentes en la preparación del fertilizante, si se utilizan enzimas. Añadido a estos insumos, se utiliza agua tratada para minimizar el riesgo de entrada de microorganismos no deseables en el cultivo, insumos como la melaza estimulan el crecimiento bacteriano, ya sean éstas beneficiosas o patógenas para el sistema.

Este fertilizante se produce mezclando todos los insumos en una o dos fases, 12-24h anaeróbicos y/o 12-24h aeróbica. Durante la preparación del fertilizante simbiótico, las condiciones de temperatura y el pH influyen directamente en el crecimiento microbiano.

La temperatura, a su vez, influye directamente en el crecimiento de los microorganismos, ya que todos los procesos de crecimiento dependen de las reacciones de productos químicos que se ven afectadas por la temperatura. Las bacterias

y levaduras son clasificadas como mesófilas, en las que su rango de crecimiento más rápido varía de 30 a 45°C. En relación al pH ideal para el crecimiento microbiano de levaduras y *Lactobacillus* está en el rango entre 4-5, mientras que para *Bacillus* entre 5-7. Estos rangos deben ser entendidos por el productor, antes de la preparación de fertilizantes simbióticos.

Se están llevando a cabo diversos experimentos en el Departamento de Pesca y Acuicultura de la Universidad Federal Rural de Pernambuco para comprender el papel de la fertilización simbiótica en el control de la calidad del agua y modificación de la microbiota del hepatopáncreas e intestino de camarones cultivados. Hasta ahora han sido probados diferentes protocolos.

Previamente a ser utilizada, el agua de mar (30-35 g/L) o a baja salinidad (2-5 g/L), se filtra (250 μm) y seguidamente se clorina con hipoclorito de calcio a 15 ppm (65% de cloro activo). Después de este proceso, fueron realizadas las fertilizaciones de acuerdo con las tablas 1 y 2.

	1	2	3	4
Fertilización Inorgánica				
Urea	4,5 g/m ³ N	4,5 g/m ³ N	4,5 g/m ³ N	-
Superfosfato triple	0,3 g/m ³ P	0,45 g/m ³ P	0,23 g/m ³ P	-
Silicato de sodio	0,23 g/m ³ Si	0,23 g/m ³ Si	3,0 g/m ³ Si	-
Fertilización orgánica				
Fuente de Carbono	Salvado de arroz	Salvado de trigo	Salvado de trigo	Salvado de arroz
	(20,0 g/m ³)	(22,5 g/m ³)	(50,0 g/m ³)	(20,0 - 10,0 g/m ³)
	Melaza de caña de azúcar			
	2,0 g/m ³	12,0 g/m ³	25,0 g/m ³	2,0 - 1,0 g/m ³
Bicarbonato de sodio	4,0 g/m ³	4,5 g/m ³	10,0 g/m ³	4,0 - 2,0 g/m ³
Mix de bacterias*	<i>Bacillus subtilis</i> ,	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Bacillus</i> sp.,
	<i>B. licheniformis</i> ,	<i>B. licheniformis</i>	<i>B. licheniformis</i>	<i>B. subtilis</i> ,
	<i>Saccharomyces</i> sp.	<i>Saccharomyces</i> sp.	<i>Lactobacillus</i> sp.	<i>B licheniformis</i>
	<i>Pseudomonas</i> sp.	<i>Pseudomonas</i> sp.		
	0,05 g/m ³	0,5 g/m ³	0,5 g/m ³	0,1 g/m ³
	5,5 a 6,5 x 10 ⁷ UFC/g	7,7 x 10 ⁸ UFC/g	7,7 x 10 ⁸ UFC/g	7,4 x 10 ⁹ UFC/g
Preparación	24h anaeróbico	48h anaeróbico	48h anaeróbico	24h anaeróbico
	24h aeróbico	24h aeróbico	24h aeróbico	24h aeróbico
No. de aplicaciones ¹ (preparación del agua)	12	15	10	6

*Productos Agrícolas y ambientales Kayros, São Paulo, Brasil.

¹Numero de aplicaciones realizadas de simbiótico para la fertilización inicial del agua.

1 Artículo publicado en Aquaculture, doi.2020.735913, pág. 2

2 Artículo publicado en Aquaculture, doi.2020.736335, pág. 2

3 Artículo publicado en Aquaculture Research, doi.10.1111/are.15276, pág. 2

4 Artículo publicado en Aquaculture, doi.2021.736669, pág. 2

Tabla 1. Protocolo de fertilización utilizado en los experimentos con agua de mar.

	1	2
Fuente de Carbono	Salvado de arroz	Salvado de arroz
	(20,0 g/m ³)	(20,0 - 10,0 g/m ³)
	Melaza de caña de azúcar	Azúcar
	2,0 g/m ³	2,0 g/m ³
Bicarbonato de sodio	4,0 g/m ³	4,0 g/m ³
Fermento biológico	-	0,25 g/m ³
Mix de bacterias*	<i>Bacillus sp.</i> ,	<i>Bacillus sp.</i> ,
	<i>B. subtilis</i> ,	<i>B. subtilis</i> ,
	<i>B. licheniformis</i>	<i>B. licheniformis</i>
	0,5 g/m ³	0,5 g/m ³
	6,5 x 10 ⁷ UFC/g	7,4 x 10 ⁹ UFC/g
Preparación	24h anaeróbico	24h anaeróbico
	24h aeróbico	24h aeróbico
No. De aplicaciones ¹ (preparación del agua)	7	10

*Productos Agrícolas y ambientales Kayros, São Paulo, Brasil.

¹Numero de aplicaciones realizadas de simbiótico para la fertilización inicial del agua.

¹Disertación defendida en la PPG-RPAq

² Datos de disertación todavía sin publicar PPG-RPAq

Tabla 2. Protocolo de fertilización utilizado en los experimentos a baja salinidad.

Los protocolos de fertilización simbiótica (anaeróbica y aeróbica) utilizados en estos experimentos demostraron ser una estrategia eficiente para la producción de *L. vannamei* (Figura 1). Se fertilizó tres o cuatro veces por semana y se suspendió la aplicación cuando los

sólidos sedimentables alcanzaban entre 5-10 mL/L.

Las variables de calidad del agua encontradas en estos estudios se mantuvieron en el rango ideal para cultivo intensivo de camarón (SAMOCHA *et al.* 2019), ayudando con el control de compuestos nitrogenados

en la etapa de precría que a niveles altos puede influir en el crecimiento del camarón cultivado o inclusive ser fatal.

Estos protocolos de fertilización simbiótica también proporcionaron una mejora en la flora bacteriana del tracto



Figura 1. Juveniles de *Litopenaeus vannamei* cultivados en sistema con fertilización simbiótica.

digestivo de los camarones marinos cultivados. Reduciendo las colonias negativas a la sacarosa (Figura 2) en el hepatopáncreas que son relacionadas con patógenos en el cultivo de camarón, además de un incremento del género *Bacillus* en el tracto intestinal del

camarón al final de los experimentos (Figura 3).

PROTOCOLOS UTILIZADOS EN GRANJAS COMERCIALES (PRECRÍAS).

Se ha comenzado a emplear fertilizaciones simbióticas en fincas comerciales en diferentes sistemas de cultivo. Los protocolos varían significativamente entre las fincas bajo la guía de las empresas proveedoras de probióticos / biorremediadores o por el

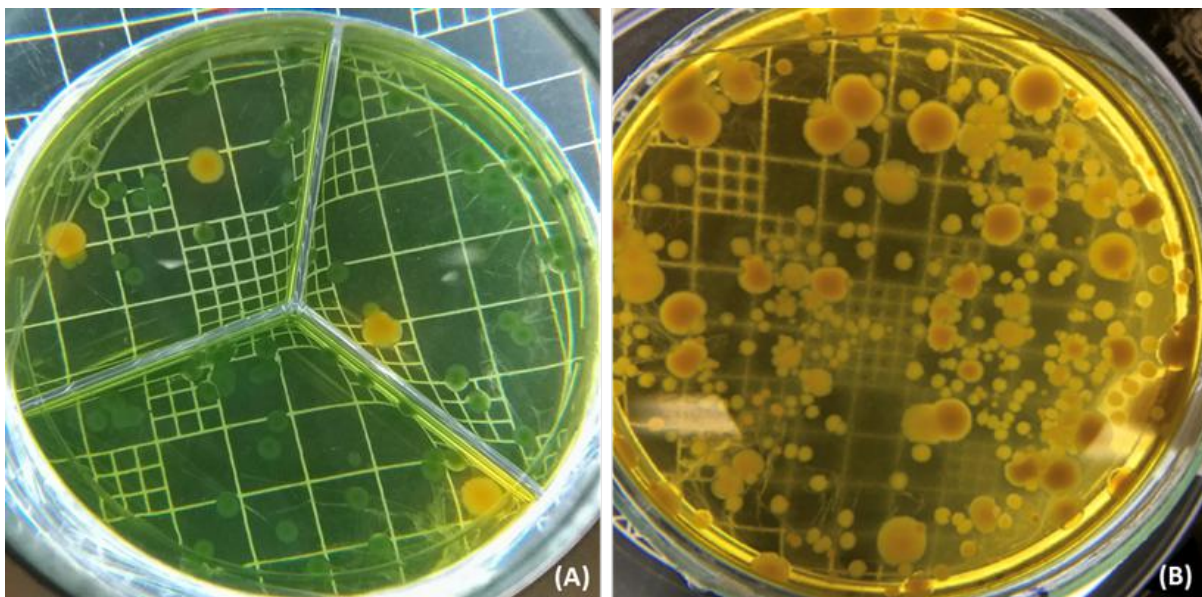


Figura 2. Placa de hepatopáncreas de *L. vannamei* para recuento y caracterización de *Vibrio* sp. al inicio y al final del experimento. A – inicio colonias de sacarosa negativas y B – fin colonias de sacarosa positivas.

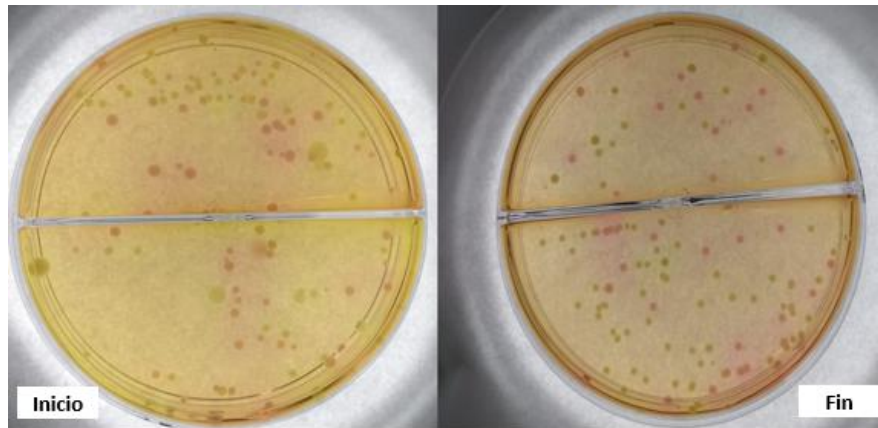


Figura 3. Placa del intestino de *L. vannamei* para recuento de unidades formadoras de colonias de bacilos (UFC) al inicio y al final del experimento.

* Análisis microbiológicos realizados por el equipo de la Profesora Suzianny Cabral, Laboratorio de Sanidad de los Animales Acuáticos - LASAq / DEPAq / UFRPE.

responsable técnico de la finca. Los productos comerciales traen "grupos" de microorganismos en su composición, exigentes procesos específicos, además de ser enriquecidos con aminoácidos esenciales (lisina y metionina), vitaminas (colina, vitamina C y E), carbohidratos (dextrosa y manano oligosacáridos) y aditivos naturales que actúan en el tracto digestivo del camarón.

Generalmente, la preparación del fertilizante simbiótico consiste en una mezcla de un salvado (trigo, arroz o soja), probiótico, una fuente de sacarosa (azúcar o melaza de caña de azúcar), bicarbonato de sodio y agua, como se sugiere a continuación en el protocolo para tanques comerciales de 50 m³. Se

resalta la importancia de utilizar bicarbonato de sodio para mantener el pH en niveles adecuados para un mejor desarrollo bacteriano y la no utilización de azúcar refinada debido a menor cantidad de vitaminas, sales minerales y azufre.

PROTOCOLO INICIAL PARA TANQUES DE CULTIVO DE 50 m³:

1. 2,5 kg de salvado de arroz
2. 250 g de azúcar.
3. 400 g de bicarbonato de sodio.
4. 25 g de probiótico.
5. 25 litros de agua esterilizada.

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO

1. 1,0 kg de salvado de arroz.
2. 100 g de azúcar.

3. 200 g de bicarbonato de sodio.
4. 25 g de probiótico.
5. 10 litros de agua esterilizada.

Después de mezclar los insumos se lleva a cabo el proceso anaeróbico y luego el proceso aeróbico (aireación durante 24 horas), además de la adición de bicarbonato de sodio para mantener el pH entre 5 y 6 (Figura 4). En los primeros 15 días se realizan de dos a tres aplicaciones semanales. Durante este período, se observa un exceso de espuma que se acumula en la superficie del agua debido al material orgánico disuelto y a la comunidad bacteriana insuficiente para degradarlo. Posteriormente, la espuma desaparece, el agua se vuelve marrón debido al desarrollo de bacterias y en los días siguientes se puede observar la proliferación del zooplancton (protozoos, rotíferos, nematodos, entre otros), estos pueden ser visto con la ayuda de un microscopio nadando libremente o adheridos al floculo bacteriano. Inicialmente no hay predominio de los flóculos, sin embargo, dependiendo del aporte de materia orgánica y la Intensidad de aireación este agregado microbiano comienza a incrementar. Con la entrada



Figura 4. Preparación anaeróbica y aeróbica de fertilizante simbiótico aplicado en precriaderos comerciales de *L. vannamei*.

del camarón al sistema y, en consecuencia, el suministro de alimento, la fertilización simbiótica va acompañada de acuerdo con la cantidad de sólidos (flóculos microbianos) formados en

la columna de agua. Una concentración de 5-10 mL/L en el cono de Imhoff es una advertencia para la suspensión de fertilizaciones.

CONCLUSIONES

La administración de fertilización simbiótica (salvado vegetal, anaeróbico y aeróbico), como fuente de carbono orgánico y probióticos, proporciona el control de los compuestos nitrogenados (NAT y $\text{NO}_2\text{-N}$) y promueve una serie de efectos positivos sobre la microbiota del hepatopáncreas e intestino de camarones cultivados, además del buen desempeño zootécnico de *L. vannamei* en la etapa de precría.

Nota: Este artículo fue publicado originalmente en la revista de la ABCC, 2021, Año 23, No. 3. Puede acceder a la versión original en: <https://abccam.com.br/2021/07/utilizacao-da-fertilizacao-simbiotica-nos-bercarios-de-camaroes-marinhos/>

Sociedad Venezolana de Acuicultura
446 subscribers

HOME VIDEOS PLAYLISTS CHANNELS ABOUT

SUSCRÍBETE AL CANAL DE YOUTUBE DE LA SVA

CONTAMOS CON MÁS DE 50 HORAS DE CONTENIDO GRATUITO

Patologías en Hepatopáncreas de Camarones Marinos y su Diagnóstico
89 views • Streamed 5 days ago

Acuicultura Simbiótica Nueva
247 views • Streamed 2 weeks ago

Implementación de un Programa de Vacunación en Tilapia
79 views • Streamed 1 month ago

Aditivos Funcionales y Probióticos en Acuicultura
166 views • Streamed 1 month ago

Una Revisión a la Acuicultura Intensiva
471 views • Streamed 2 months ago

NUEVAS ENFERMEDADES CON IMPACTO ECONÓMICO EN LA CAMARONICULTURA GLOBAL
1:14:24

KRILL Y SUS BONDADES COMO INGREDIENTE EN ALIMENTOS PARA CAMARONES
1:13:18

AIREACIÓN MECÁNICA EN ACUICULTURA: IMPORTANCIA Y APLICACIONES
1:10:39

HERRAMIENTAS ÚTILES PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE ENFERMEDADES EN PECES Y CAMARONES DE CULTIVO
2:06:10

REVISIÓN DE INGREDIENTES NO TRADICIONALES PARA LA ELABORACIÓN DE ALIMENTOS ACUICOLAS: ÉSTA LIGADO EL ÉXITO DE LA INDUSTRIA A ESTOS DESARROLLOS
1:20:38

SUBSCRIBE

Uploads ▾ PLAY ALL SORT BY

RESURGE LA CAMARONICULTURA EN COCHE, VENEZUELA

Arnaldo Figueredo

Sociedad Venezolana de Acuicultura. Turmero, estado Aragua, Venezuela.

Universidad de Oriente, Núcleo de Nueva Esparta, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar.

Boca del Río, Isla de Margarita, Venezuela.

Email: afigueredo.sva@gmail.com

ANTECEDENTES

Por muchos años, la isla de Coche constituyó una referencia valiosa para la camaronicultura venezolana. Entre 1994 y 2005 operaron varias empresas (Aqua-Tec Cultivos Marinos, Agropecuaria Isla de Coche y Promotora Los Cocos), las cuales, a pesar de su pequeño tamaño, alcanzaron parámetros productivos sobresalientes. Pasaron de manejar sistemas semi-intensivos a sistemas intensivos, y de

manera sostenida, alcanzaron producciones iguales o mayores a 10.000 Kg/Ha/ciclo (Cabrera *et al.*, 2005; Patti *et al.*, 2008), no alcanzados en otras zonas del país ni de la región, hasta fecha reciente.

Lamentablemente, todo cambió con la epizootia de Taura que asoló esta región insular, así como el resto de la geografía camaronera venezolana a partir de 2004 (Figueredo & Fuentes 2011). Las granjas fueron bajando los desempeños y, cerrando una a una, hasta que el

espejo de agua quedó completamente seco.

En 2015, una de ellas, Promotora Los Cocos, C.A., logró un re-arranque operativo, realizando varios ciclos exitosos en modo semi-intensivo (Abril *et al.*, 2021). No obstante, el deterioro acumulado de equipos e infraestructura requería una inversión sumamente cuantiosa que no pudo realizarse, lo cual ocasionó el cese de la operación poco tiempo después.



Estación de Bombeo. Nótese el emplazamiento y la calidad del agua.

De manera reciente, se produjeron modificaciones en la composición accionaria de esta sociedad mercantil que trajeron recursos y, sobre todo, un ímpetu por la producción y desarrollo de la camaronicultura con criterios de eficiencia y modernidad. En este artículo se abordan los esfuerzos para un nuevo arranque productivo de esa granja, gracias a los comentarios ofrecidos por Gustavo Lozada, Gerente General de la compañía, Duelys Suárez, Gerente de Operaciones, y Oswaldo Marín, Biólogo Jefe.

UBICACIÓN

La granja de Promotora Los Cocos se ubica justo después del caserío Zulica, en la zona más alejada de la isla de Coche por el este, en las coordenadas

astronómicas $10^{\circ} 45' 43''$ N y $63^{\circ} 53' 25''$ W. Su emplazamiento, beneficioso en lo productivo por la calidad del agua y el bajo riesgo patológico derivados de su naturaleza oceánica, establecía sin embargo una primera limitante, la conexión marítima con Margarita o Tierra Firme. Nos cuenta Lozada que, para no estar supeditados a los servicios de transporte locales, se adquirió una embarcación tipo peñero que ofrece la posibilidad estratégica de movilizar libremente equipos, materiales y personas.

INSTALACIONES GENERALES

En una parcela propia de 61 Ha, la empresa tiene instalaciones de laboratorio (incluyendo maduración y larvicultura) y engorde, lo

cual constituye una gran fortaleza estratégica. Las piscinas, 26 en total, están distribuidas en tres módulos que ocupan 26 Ha.

Comenzando por las áreas de interés general, Promotora Los Cocos posee un campamento, una estación de bombeo y un canal de suministro con capacidad de reservorio. El campamento, base de todas las operaciones, requirió la sustitución de todo el machihembrado del techo. La capacidad de alojamiento se complementó con la construcción de un dormitorio para 20 personas. Se construyó un banco de transformadores y se reparó el generador. También debió rehacerse el puente sobre el canal de suministro. Toda la parcela de la finca fue efectivamente cerrada con una cerca perimetral para mejorar la seguridad, mu y vulnerada



Imagen satelital de la granja, donde pueden visualizarse los módulos de engorde. Tomada de Google Earth durante el anterior arranque operativo (2016).



Campamento y puente renovados.

anteriormente. La estación de bombeo recibió muchísima dedicación. Se dejaron plenamente



Estación de bombeo.

operativas dos bombas y se mejoraron las condiciones de la estación, favoreciendo tanto el trabajo de los bomberos en cualquier horario y condición como el mantenimiento de los equipos.

INSTALACIONES DE MADURACIÓN

Esta área consta de:

- Un tanque de recepción y acondicionamiento de padotes, ovalado, de fibra de vidrio y polivinilo.
- Cuatro tanques para maduración de padotes, circulares, de 4,75 m de diámetro, de concreto, recubiertos en

epóxica negra.

- Dos tanques de preparación de agua para desove, circulares, de 4,75 m de diámetro de concreto, recubiertos en epóxica blanca.
- Una sala independiente dotada de cuatro tanques para desove masivo, circulares, de concreto, de 3,20 m de diámetro, de concreto, recubiertos en epóxica negra.

Su reapertura exigió un gran esfuerzo. Debieron sustituirse todos los elementos estructurales del techo (columnas, vigas y láminas). Se aprovechó para incluir láminas translúcidas, mejorando la iluminación y proporcionando un fotoperíodo natural. Se completó el cerramiento lateral con paredes de bloques. De la misma manera, se reemplazaron íntegramente los sistemas de distribución de agua y aire, se incorporaron nuevos sopladores, bombas, filtros y lámparas UV. A los tanques, se les repararon filtraciones y se les dio nueva cobertura de pintura epóxica. Finalmente, se mejoró la aireación afinando el diseño, número y posición de los air lifts y se reconstruyó la batea de lavado de nauplios.



Tanques de precría.

siendo 1,2 Ha el espejo de agua más común. Mayormente son rectangulares, aunque unas pocas tienen forma menos regular para aprovechar las características del terreno. Son alimentadas por tuberías de PVC desde el canal. El trabajo en las piscinas se concentró sobre todo en las compuertas, las cuales debieron ser prácticamente reconstruidas. Las válvulas

INSTALACIONES DE LARVICULTURA

La larvicultura está integrada por un módulo de cuatro tanques cuadrangulares de concreto, cada uno de 10 tm de capacidad. Nos refirió Duelys Suárez que en esta área se realizaron numerosos cambios. Se sustituyó completamente el techo, tanto la estructura portante como las láminas, y se colocó un cerramiento lateral para minimizar el efecto del viento. Actualmente, se está colocando un sistema para calentamiento del agua y recirculación, para el mantenimiento de temperaturas apropiadas. Una novedad es la transformación de los reservorios externos de agua del laboratorio para

ser usado como precrías. También se construyó una sala para microalgas, siendo uno de los cambios más significativos, brindando independencia en cuanto a cepas, aspecto que anteriormente afectó el desempeño de esta unidad productiva. Se complementó con un incremento de la cantidad de tanques para cultivos masivos de microalgas.

INSTALACIONES DE ENGORDE

Las piscinas varían en superficie de 0,8 a 2,5 Ha,



Tanques de larvicultura y dormitorio.

de 6 y 8" que controlan el ingreso del agua están siendo sustituidas en esta última etapa. Algunos diques se engranzonaron para facilitar su recorrido en vehículos.

LÍNEA GENÉTICA

La camaronicultura comercial en Coche ha



Sala de Microalgas.

trabajado con *Penaeus stylirostris* y *P. schmitti* de manera puntual, pero los grandes logros se hicieron con *P. vannamei*. Oswaldo Marín nos indica que Promotora Los Cocos es la única granja que mantiene la cepa de esta especie empleada localmente. Tiene tantas generaciones en cultivo que posee un elevado nivel de adaptación a las condiciones imperantes, lo cual le otorga un alto valor para operaciones de cultivo en la isla e incluso para

programas de domesticación en general.

Avanzar en adecuaciones a la infraestructura exigió transferir temporalmente los animales a otra localidad. Durante un año y medio, la cepa se mantuvo en las instalaciones del Instituto de Investigaciones Científicas de la UDONE. Ahí, gracias al apoyo brindado por el Prof. Jesús Rosas y el autor de esta nota, se pudo reproducir, levantar y mantener hasta retornar a Coche a finales del año pasado. Actualmente se está iniciando precisamente el proceso de maduración gonádica, por lo cual esperan retomar los ciclos productivos de engorde a finales de este trimestre.

Claro que podría haber cierto nivel de endogamia en la cepa local. Considerando ésto, y la disponibilidad de múltiples cepas de alto desempeño a nivel global, se ha planteado en un corto plazo la adquisición de una

de tales líneas, lo cual daría pie a un programa de mejoramiento genético. Ya se están dando pasos en esa dirección, siempre con todas las consideraciones legales y sanitarias implícitas.

MANEJO PRODUCTIVO

Nos explica Oswaldo Marín que para este próximo arranque contemplan manejar sistema semi-intensivo. Pretenden



Compuerta de piscina reconstruida.



Hembra madura de *Penaeus vannamei* efectivamente copulada.

sembrar densidades de 20 cam/m² para aspirar a producciones que promedien 3.100 Kg/piscina/ciclo, equivalentes a unos 2.700 Kg/Ha/ciclo. No obstante, apuntan a pasar a sistema intensivo a la brevedad. Ya están haciendo contactos para

adquirir equipos de aireación y alimentadores automáticos. De la misma manera, se está preparando la transición entre siembra directa y precrías, para aumentar la eficiencia en el uso del espacio y lograr más ciclos por año. Es la intención hacer uso de los

adelantos nutricionales y terapéuticos que existen actualmente, como prebióticos, probióticos y ácidos orgánicos, para asegurar una producción satisfactoria y saludable.

PALABRAS FINALES

Esperamos ver concretada a la brevedad la reanudación de los ciclos productivos en Promotora Los Cocos. Igualmente, deseamos que este ejemplo sea seguido por las demás granjas camaroneras que operaron en la zona y por los proyectos que planeaban hacerlo, retornando a Coche el carácter de referencia de la camaronicultura a nivel nacional que le caracterizó.

INFLUENCIA DEL BIOMINERAL *LITHOTHAMNIUM*, BICARBONATO DE SODIO E HIDRÓXIDO DE CALCIO Y MAGNESIO SOBRE LA DUREZA TOTAL, ALCALINIDAD Y PH EN AGUA OLIGOHALINA

*Luis Otavio Brito da Silva¹, Otávio Augusto Lacerda Ferreira Pimentel¹, Caio Rubens do Rego Oliveira¹, Valdemir Queiroz de Oliveira^{1,2}, Allyne Elins Moreira da Silva¹, Guilherme Josias Marques e Silva³

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

²Embrapa Meio-Norte Parnaíba, Brasil.

³Oceânica Consultoria em tecnologias para aquicultura, Brasil.

*Email: engpescalo@hotmail.com

El desarrollo del cultivo de camarón marino en aguas continentales (oligohalino 0,5 a 3,0 g/L), principalmente agua de pozos y ríos, expandió sus fronteras por todo el mundo. El cultivo de crustáceos en regiones tierra adentro ha estado en rápido ascenso alrededor del mundo en los últimos años (FAO, 2014; 2020).

En Brasil, principalmente en regiones como Ceará, Paraíba, Alagoas y Sergipe, emprendimientos alejados del mar, destacan por importantes avances en uso de estas áreas (IBGE, 2020). Este progreso se debe a las características fisiológicas del camarón de la especie *Litopenaeus vannamei* que permite su producción en diversas características de calidad de agua. Sin embargo, bajo las condiciones agua

oligohalina, se producen varias modificaciones iónicas en el medio acuático que pueden comprometer la productividad del camarón, siendo necesario ajustar las proporciones de dureza total (≥ 150 mg CaCO_3/L) y alcalinidad total (≥ 80 mg de CaCO_3/L) (Van Wyk y Scarpa, 1999; ABCC, 2017).

La dureza total consiste en la concentración de cationes divalentes, principalmente Ca^{2+} y Mg^{2+} , que juegan un papel importante en el crecimiento de los animales, ya que están vinculados a proceso de ecdisis, absorbiéndolos en grandes cantidades para la mineralización del exoesqueleto del animal, además de estar relacionado con el proceso de osmorregulación (Boyd y Tucker, 1998). Sin embargo,

la dureza del agua también puede estar compuesta por pequeñas cantidades de estroncio (Sr^{2+}), hierro ferroso (Fe^{2+}) y manganeso (Mn^{2+}), los dos últimos son indicativos de agua en condiciones anaeróbicas o muy ácidas.

$$\text{Dureza total del agua (mg CaCO}_3/\text{L)} = (\text{Ca}^{2+} \times 2,5) + (\text{Mg}^{2+} \times 4,12) + (\text{Sr}^{2+} \times 1,14) + (\text{Fe}^{2+} \times 1,79) + (\text{Mn}^{2+} \times 1,82)$$

(Boyd et al. 2016).

La alcalinidad total es la concentración de bases titulables en el agua que reaccionan para neutralizar los iones de hidrógeno (H^+). Varias sustancias reaccionan comúnmente con H^+ , tales como: Hidróxidos ($\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$); carbonatos ($\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ = \text{HCO}_3^-$); bicarbonatos ($\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$); amoníaco ($\text{NH}_3 + \text{H}^+ = \text{NH}_4^+$); fosfato ($\text{PO}_4^{3-} + \text{H}^+ = \text{HPO}_4^{2-}$; $\text{HPO}_4^{2-} + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{PO}_4^-$);

borato ($\text{H}_2\text{BO}_4^- + \text{H}^+ = \text{H}_3\text{BO}_4$); silicato ($\text{H}_3\text{SiO}_4^- + \text{H}^+ = \text{H}_4\text{SiO}_4$); ácidos orgánicos ($\text{RCOO}^- + \text{H}^+ = \text{RCOOH}$) (Boyd *et al.* 2016). Sin embargo, en el rango de pH recomendado para el cultivo de camarón (7-9), tenemos un mayor predominio de HCO_3^- como fuente de carbono inorgánico (Figura 1).

La alcalinidad total está relacionada con factores importantes como regular la variabilidad del pH a lo largo del día (Boyd *et al.* 2016), además de participar en el endurecimiento del exoesqueleto de los camarones. Para hacer posible el aumento de la dureza total y la alcalinidad total, se agregan insumos como caliza y cal hidratada, que además de elevar estas variables, proporcionan un aumento significativo del pH del agua. Sin embargo, variaciones por encima de 0,5 partes de pH en cortos períodos de tiempo pueden

causar estrés a los animales y, en consecuencia, ser el detonante de la aparición de enfermedades. Por lo tanto, es necesario contar con productos que favorezcan la elevación y mantenimiento de la alcalinidad y dureza total en ambientes de cultivo, sin causar cambios repentinos en el pH, proporcionando una mejor condición osmótica para los animales de cultivo. El biomineral producido a partir de fósiles de algas, del género *Lithothamnium*, perteneciente al filo *Rodophyta*, es un producto que tiene la biodisponibilidad de minerales como: Calcio (Ca^{2+}) y Magnesio (Mg^{2+}), indispensables para el rendimiento zootécnico del camarón. Hidróxido de calcio y magnesio $\text{CaMg}(\text{OH})_4$ se conoce como cal hidratada o cal hidratada agrícola, obtenida por hidratación de óxido de calcio y magnesio, donde se utiliza

típicamente 20% de agua en este proceso. El bicarbonato de sodio es una sal compuesta por iones de bicarbonato y sodio, considerándose como una sustancia alcalina (pH alto) que normalmente es indicada para neutralizar sustancias ácidas. Por tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento temporal de la dureza total, alcalinidad total y pH con productos de uso común en acuicultura en aguas oligohalinas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Laboratorio de Carcinicultura (LACAR) del Departamento de Pesca e Acuicultura (DEPAq) de la Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

El experimento evaluó 3 productos diferentes:

- **Lithothamnium** (LT-32% Ca y 2% Mg, poder neutralizante 88%);
- **Bicarbonato de Sodio** (BS - NaHCO_3 , 27% Na, poder neutralizante 59%); e
- **Hidróxido de Calcio y Magnesio** ($\text{HCaMg-Ca}(\text{OH})_2\text{Mg}(\text{OH})_2$, 30% Ca y 18% Mg, poder neutralizante 152%).

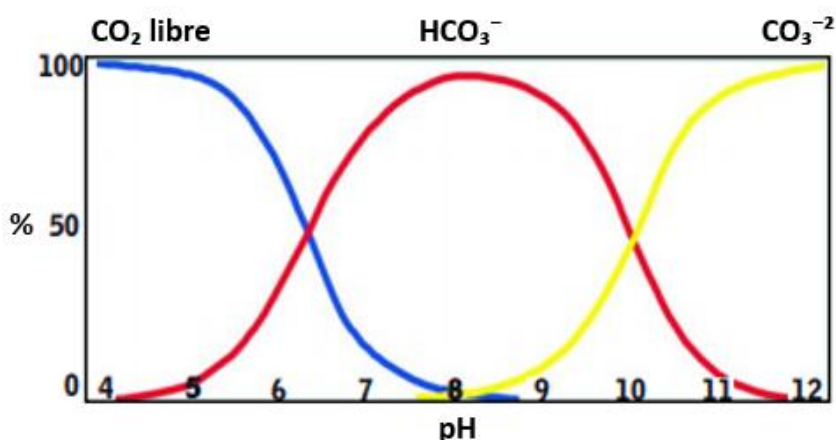


Figura 1. Relación entre el pH y el porcentaje de diferentes fuentes de carbono inorgánico en agua (Adaptado de Boyd *et al.* 2016).

Los productos se analizaron en agua oligohalina (2 g/L, pH 7,7, alcalinidad inicial 35 mg CaCO₃/L, dureza total inicial de 288 mg CaCO₃). El poder neutralizante PN (Eq CaCO₃) de *Lithothamnium*, Hidróxido de Calcio y Magnesio fue calculado usando la expresión:

$$\%EqCaCO_3 = (\%Ca \times 2,5) + (\%Mg \times 1,67 \times 2,48)$$

Donde:

• 2,5, 1,67 y 2,48 son índices de capacidad de neutralización con respecto al CaCO₃. El PN del bicarbonato de sodio se calculó por medio de la expresión:

$$\%EqCaCO_3 = ((\%HCO_3) / 1,22)$$

Donde:

• 1,22 es el índice de capacidad de neutralización con respecto al CaCO₃.

Los minerales se agregaron en unidades experimentales (14 L) con aireación constante a concentraciones de: 40 g/m³ y 80 g/m³. La dureza total (CaCO₃) fue determinada antes de la aplicación de los productos y después de 24 y 72 horas y la alcalinidad total (CaCO₃) se midió antes de la aplicación de los productos y después de 24h, 48h y 72h.

La dureza total se analizó mediante titulación compleja (APHA, 2012) y se calculó a partir de la siguiente ecuación:

Donde:

$$\text{Dureza total (mg/L CaCO}_3) = Vg \times 20 \times \text{dilución}$$

• Vg: Volumen gastado en la titulación.

La alcalinidad total fue determinada por un método titulométrico con ácido sulfúrico (0,1 N) (APHA, 2012) y calculada a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Alcalinidad total (mg/L CaCO}_3) = Vg \times 50$$

El pH se midió después de la aplicación de los productos en periodos de 5 y 30 minutos, 1h, 24h, 48h y 72h con la ayuda de un medidor de pH AKSO, modelo AK90.

Para evaluar la viabilidad económica de la aplicación de los productos, se realizó una simulación, por separado, para incrementar dureza total (72h) y alcalinidad total (48h) en 30 g de CaCO₃/m³ para un tanque de 1000 m³, considerando el precio de venta al público de *Lithothamnium* en R\$ 57,00 (bolsa de 25 kg), bicarbonato de sodio R\$ 109,90 (bolsa de 25kg) e hidróxido de calcio y magnesio R\$ 21,90 (saco de 10 kg).

El análisis de los datos se realizó utilizando el software BioEstat 5.0. Los datos obtenidos fueron evaluados en cuanto a la homogeneidad de las varianzas, con la prueba de Cochran y normalidad mediante la prueba de Lilliefors. Para los datos normales y homogéneos se utilizó la Prueba T y análisis de varianza (ANOVA de una vía), seguido de la prueba de comparación de medias de Tukey, cuando el resultado de ANOVA era significativo (p<0.05). En el caso donde los datos no cumplieron con los supuestos de normalidad y homogeneidad, se aplicó la prueba Kruskal-Wallis (p<0.05), seguido de la prueba de Dunn (p<0.05), cuando se observó una diferencia significativa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dureza total

En concentraciones de 40 y 80 g/m³ hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre *Lithothamnium* e hidróxido de calcio y magnesio. El *Lithothamnium* proporcionó un mayor aumento en la dureza total (Figura 2). En las primeras 24 horas, a concentraciones de 80 y 40 g/m³, *Lithothamnium* presentó una eficiencia de incremento de dureza total de 56% y 90% y después de 72h su eficiencia fue del 100% y del 173%, respectivamente. Estos resultados demuestran que la aplicación de *Lithothamnium* a una concentración de 40 g/m³ tiene mayor solubilidad en agua oligohalina.

Los resultados presentados son extremadamente importantes porque el camarón *Litopenaeus vannamei* tiene buen crecimiento en una amplia gama de salinidad, pero puede ser más susceptible a condiciones adversas si los valores de dureza total están por debajo de los niveles ideales (Boyd y Tucker, 1998). Esto se debe al hecho de que los animales tienen un exoesqueleto altamente mineralizado, que requiere cantidades relativamente

grandes de calcio y magnesio para complementar los minerales perdidos durante la ecdisis. Durante el proceso de ecdisis, los crustáceos absorben calcio y magnesio, en su mayor parte, procedente del agua. Por lo tanto, las concentraciones de estos minerales en el agua deben ser suficiente para satisfacer esta demanda (Fieber y Lutz, 1982). Además, el magnesio y calcio participan del mantenimiento de la homeostasis celular, actuando sobre el proceso de osmorregulación y otras funciones vitales, como metabolismo de lípidos, proteínas, carbohidratos y también funciona como cofactor en una gran cantidad de reacciones enzimáticas (Tacon, 1987; Piedad-Pascual, 1989; Davis y Lawrence, 1997; Boyd y Tucker, 1998; Cheng y col., 2005; Roy y col., 2007; Naik, 2012). Así, en agua oligohalina, el uso de productos que aumentan la dureza total es bastante beneficioso, proporcionándole a los camarones la facilidad de llegar a la fase de intercambio rápidamente, mejorando su estabilidad inmunológica.

En algunas granjas comerciales, los productores confrontan

problemas relacionados con la baja concentración de dureza total, tales como dificultad o no finalización completa de la ecdisis; crecimiento lento, en especial a partir de 4 g; contracciones musculares (síndrome del músculo contracturado) y alta tasa de mortalidad. Incluso en aguas estuarinas y marinas, con mayor dureza total, algunos productores utilizan piedra caliza, calcítica, (1% a 5% MgO y 45% a 55% CaO) para acelerar el proceso de ecdisis. *Lithothamnium* posiblemente podría contribuir a acelerar los procesos de ecdisis en aguas estuarinas y marinas, ya que tiene 3.34% MgO (% Mg \times 1.67) y 44,8% CaO (% Ca \times 1,4), sin embargo, se necesitan más estudios para esta validación.

Lithothamnium y HCaMg poseen en su composición Ca²⁺ y Mg²⁺ que aumentan la dureza del agua, lo que favorece la aceleración del proceso de ecdisis. El *Lithothamnium* presentó mayores tasas de incremento en comparación con HCaMg, incluso en condiciones de agua muy dura (288 g de CaCO₃/m³), lo que indica una baja tasa de precipitación de calcio y magnesio.

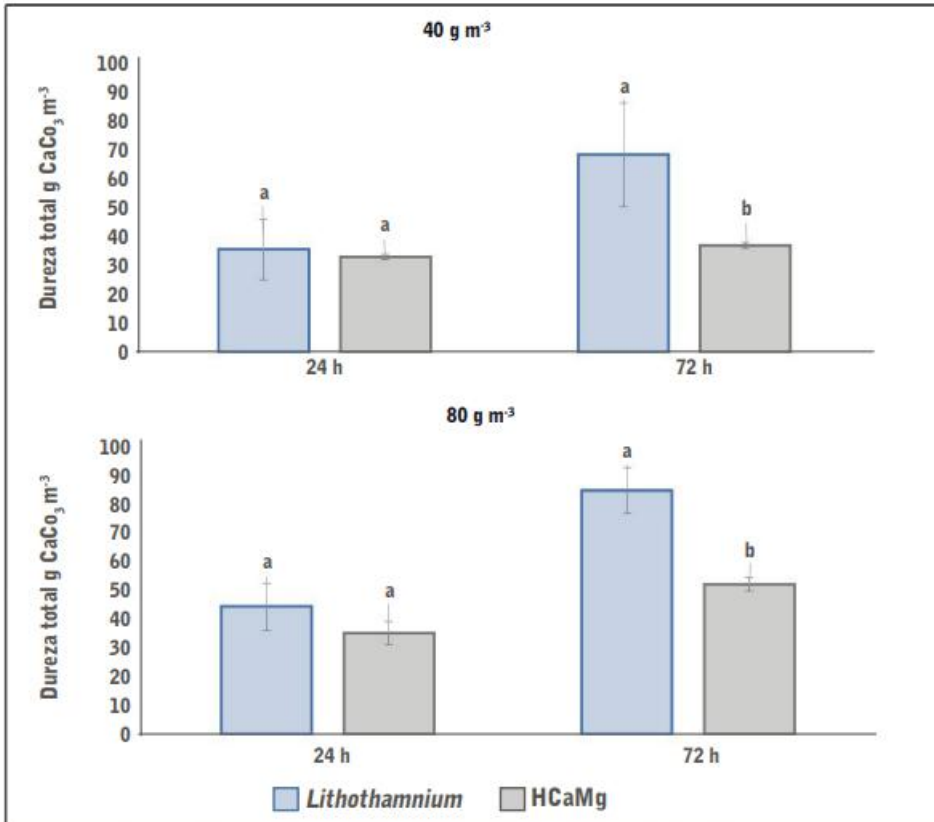


Figura 2. Incremento de la dureza total (mg/L) en el agua después de 24 y 72 horas de la aplicación del *Lithothamnium* e hidróxido de calcio y magnesio (HCaMg).

Alcalinidad

Hubo diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los productos en concentraciones de 40 y 80 g/m³, siendo el hidróxido de calcio y magnesio (HCaMg) el producto que proporcionó un mayor aumento de alcalinidad (Figura 3). El HCaMg mostró una eficiencia en relación a la cantidad aplicada entre 66% y 91% para las concentraciones y períodos evaluados. Cuando comparamos *Lithothamnium* con el bicarbonato de sodio (BS) a la concentración más baja aplicada (40 g/m³), vemos

una mayor eficiencia del *Lithothamnium*. Sin embargo, a la concentración más alta aplicada, el BS presenta mayor eficiencia en las primeras 24 horas, manteniéndose estable después de 48 y 72 horas de aplicación del producto (Figura 3).

La alcalinidad total es una variable importante del agua en sistemas acuícolas. La disponibilidad del carbono inorgánico para la fotosíntesis y el metabolismo bacteriano tiende a aumentar cuanto mayor es la alcalinidad total,

y estos tipos de agua tienen mayor poder amortiguador, evitando variaciones bruscas de pH provocadas por los procesos de oxidación y neutralización de nitrógeno amoniacal total (NAT) (bacterias nitrificantes consumen 1,69 g de carbono inorgánico/g de NAT y las bacterias heterotróficas consumen 0,86 g de carbono inorgánico/g de NAT) (Ebeling *et al.* 2006; Boyd *et al.* 2016). Por lo tanto, productos que aumentan la alcalinidad sin un aumento repentino del pH son de suma importancia en los sistemas de cultivo, ya que diversos autores recomiendan variar los valores de alcalinidad entre 100 a 180 g CaCO₃/m³ (Van Wyk, 1999; Ebeling *et al.* 2006; Samocha *et al.* 2017), promoviendo la necesidad de altas tasas de aplicación de alcalinizantes.

Lithothamnium y BS en agua oligohalina, en el rango de pH estudiado, mostraron un comportamiento similar en el aumento de alcalinidad durante el período de 72 horas, sin embargo, hubo una reducción en el aumento de la eficiencia del *Lithothamnium* en la alta concentración, similar a la aplicación de CaCO₃. Según Sá y Boyd (2017), cuanto mayor es la alcalinidad menor la tasa de

disolución de CaCO_3 en el laboratorio. Sin embargo, uno de los factores contribuyentes para acelerar la velocidad de disolución de CaCO_3 es mayor presencia de CO_2 en agua ($\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Ca}^{+2} + 2\text{HCO}_3^-$), lo cual se reduce en agua con rango de pH (7-8,3 mayor presencia de carbono inorgánico en forma de HCO_3^-) recomendado para el cultivo de camarón (Van Wyk y Scarpa, 1999).

En los sistemas de cultivo intensivo hay un aumento sustancial del CO_2 , debido a procesos microbianos. De esta forma, una fuente de CaCO_3 , posiblemente pueda contribuir a la reducción de las concentraciones de CO_2 en el agua, minimizando los problemas relacionados con la disminución del pH en la hemolinfa, lo que afecta negativamente la capacidad del pigmento respiratorio del camarón (hemocianina) para transportar oxígeno (Van Wyk y Scarpa, 1999). Así, es posible realizar aplicaciones periódicas de fuentes de CaCO_3 como *Lithothamnium*, para aumentar alcalinidad y control de las concentraciones de CO_2 en agua oligohalina.

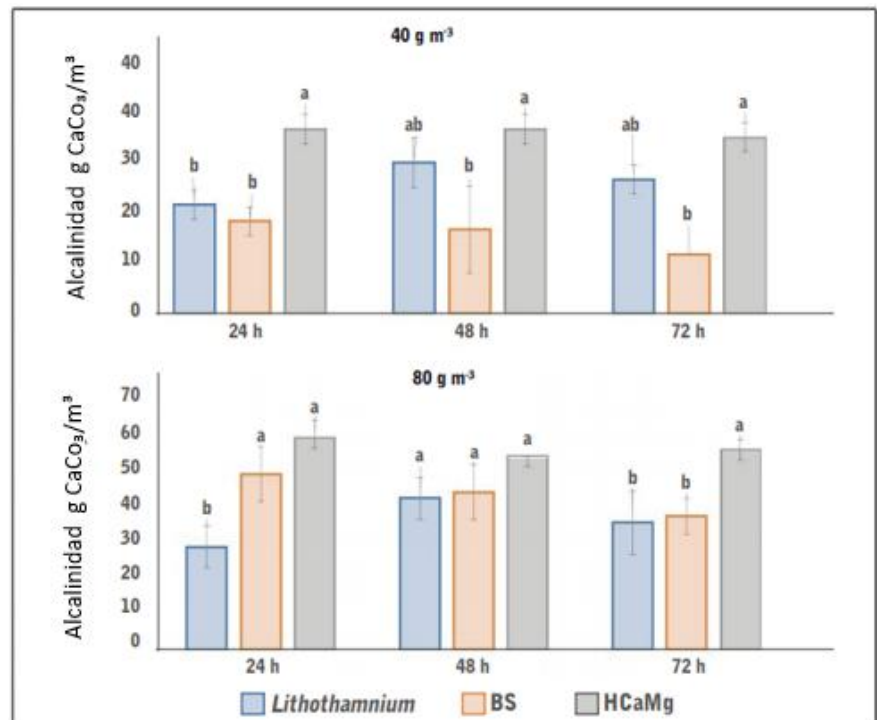


Figura 3. Aumento de la alcalinidad (mg/L) en agua después de 24, 48 y 72 horas de aplicación de *Lithothamnium*, bicarbonato de sodio (BS) e hidróxido de calcio y magnesio (HCaMg).

pH

A concentraciones de 40 y 80 g/m³, el hidróxido de calcio y magnesio (HCaMg) presentó un aumento mayor a 2 partes de pH a los 5 min, donde este valor fue disminuyendo con el tiempo. El bicarbonato de sodio (BS), en la concentración más alta (80 g/m³), presentó variaciones de pH superiores a 0,5 a lo largo del período evaluado. Sin embargo, osciló entre 0,4 y 0,6 a la concentración de 40 g/m³. *Lithothamnium* no presentó variaciones superiores a 0,5 partes de pH, a pesar de volver al valor inicial al final de las 72h (Figura 4). A pesar de la eficiencia del HCaMg en el incremento de la dureza y

alcalinidad, éste también proporciona grandes fluctuaciones de pH. Además de los posibles problemas de variaciones de pH superiores a 0,5, éstas pueden aumentar la toxicidad de los compuestos nitrogenados excretados por los animales de cultivo (Samocho *et al.* 2017). Resultados similares sobre un aumento significativo del pH con el uso de Ca(OH)_2 han sido observados por Furtado *et al.* (2011) y Sá *et al.* (2019), con uso en agua salina. Según Boyd *et al.* (2016) el Ca(OH)_2 es más soluble en comparación con el CaCO_3 , no siendo apropiado para usar en dosis altas cuando los animales están siendo

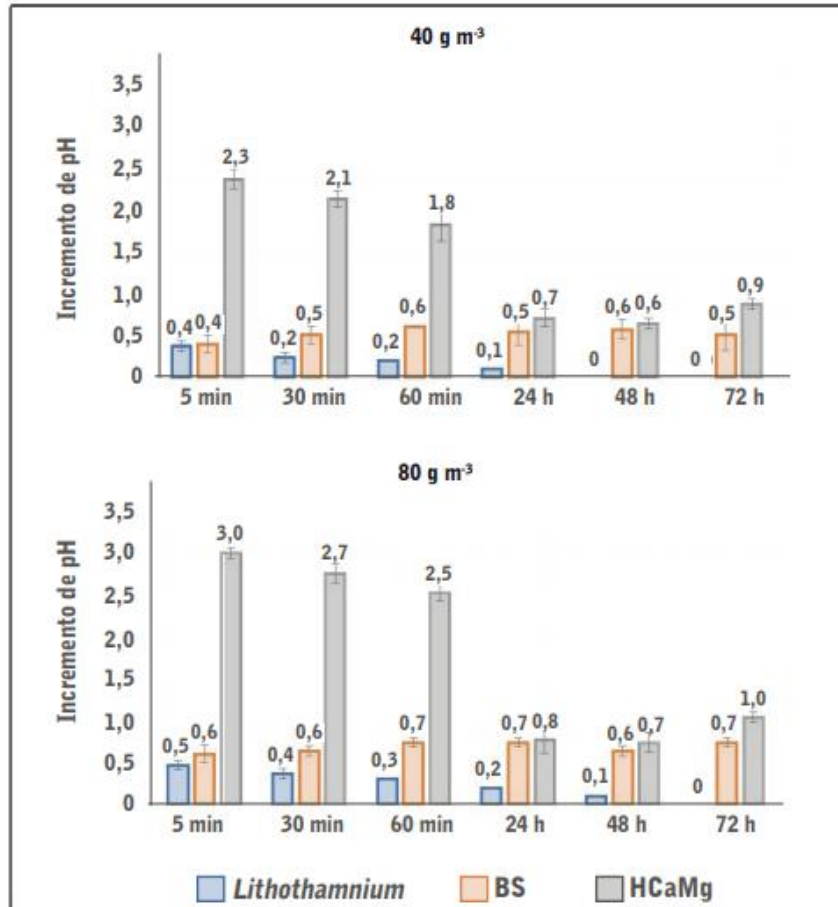


Figura 4. Incremento del pH en el agua usando Lithothamnium, bicarbonato de sodio (BS) e hidróxido de sodio calcio y magnesio (HCaMg) a lo largo del tiempo.

cultivados. Sin embargo, algunas investigaciones como Brito *et al.* (2016 a, b) y Abreu *et al.* (2019) han demostrado que las concentraciones bajas no causan problemas a los organismos de cultivo. *Lithothamnium* no proporcionó variaciones de pH a las concentraciones estudiadas. Sin embargo, el BS presentó variaciones por encima de 0,5 de pH

diferente a los datos obtenidos por Furtado *et al.* (2011) que informan variaciones de pH de 0,2 con la dosis de 250 mg/L para agua con 33 g/L de salinidad y alcalinidad total de 100 g CaCO₃/m³. Aguas con mayor alcalinidad tienen mayor capacidad de tamponamiento. Además, una mayor salinidad parece mejorar la capacidad de protección del agua contra

cambios bruscos de pH. Como consecuencia, el agua de baja salinidad sería más susceptible que el agua salobre o marina a variaciones de pH (Boyd *et al.* 2016; Sa y Boyd, 2018).

COSTO DE LA APLICACIÓN

Los costos para aumentar la dureza total y la alcalinidad por separado en 30 g de CaCO₃/m³ para un tanque de 1000 m³ se resumen en la Tabla 1. Para aumentar la dureza total sería necesario utilizar 27,9 Kg de *Lithothamnium* y 45,3 Kg de hidróxido de calcio y magnesio. En relación a la alcalinidad, sería necesario utilizar 55,8 Kg de bicarbonato de sodio, 58,5 Kg de *Lithothamnium* y 45,3 Kg de hidróxido de calcio y magnesio.

Incremento	Producto	Kg	R\$/Kg**	R\$
Dureza total 30g CaCO ₃ / m ³	<i>Lithothamnium</i>	27,9	2,28	63,62
	Hidroxido de calcio y magnesio*	45,3	2,19	99,21
Alcalinidad 30g CaCO ₃ / m ³	<i>Lithothamnium</i>	58,5	2,28	133,38
	Hidroxido de calcio y magnesio*	45,3	2,19	99,21
	Bicarbonato de sodio	55,81	4,40	245,52

Nota: *Aumento de pH superior de 0,5

**Precio de minorista

Tabla 1. Costo de aplicación de los productos de *Lithothamnium*, bicarbonato de sodio e hidróxido de calcio y magnesio para incrementar dureza total y alcalinidad del agua en 30 g CaCO₃/m³ en un estanque de 1.000 m³.

CONSIDERACIONES FINALES

Nuevas investigaciones dirigidas a diferentes salinidades, alcalinidades más altas y un tiempo de aplicación más prolongado son necesarias para evaluar la tasa de eficiencia de los productos, además de evaluar el efecto de los micro minerales presentes en el agua para el desarrollo del camarón. Sin embargo, para agua oligohalina y baja concentración de alcalinidad total, *Lithothamnium*, hidróxido de calcio y magnesio (dureza total y alcalinidad total) y bicarbonato de sodio (alcalinidad total) cuando se usa directamente en el agua, demostraron ser eficientes. El *Lithothamnium* proporcionó, en comparación a los otros insumos utilizados en esta investigación, una mayor estabilidad del pH, además de una relación relevante costo beneficio.

Referencias bibliográficas en www.aquaculturebrasil.com/artigos

Nota: Este artículo fue publicado originalmente en la revista Aquaculture Brasil el 28 de junio de 2021, Edición 21. Puede acceder a la versión original en: <https://www.aquaculturebrasil.com/artigo/114/influencia-do-biomineral-lithothamnium,-bicarbonato-de-sodio-e-hidroxido-de-calcio-e-magnesio-sobre-a-dureza-total,-alcalinidade-e-ph-em-agua-oligohalina>

EL SECTOR ACUÍCOLA EN EGIPTO Y TENDENCIAS ACTUALES PARA LA MITIGACIÓN DE AMENAZAS POTENCIALES

AQUACULTURE SECTOR IN EGYPT AND CURRENT TRENDS FOR MITIGATING POTENTIAL THREATS

Heba H. Mahboub

Department of Fish Diseases and Management, Faculty of Veterinary Medicine, Zagazig University, P.O. Box 44511, Zagazig, Sharkia, Egypt.

Email: hhhmb@yahoo.com

RESUMEN

La piscicultura se considera una actividad agropecuaria sustancial que provee proteína animal barata con nutrientes esenciales, compensa las *deficiencias* nutricionales globales y contribuye a reducir la pobreza. La acuicultura en Egipto es una gran historia de éxito, practicada por milenios hasta hoy en día. La producción acuícola en Egipto es la más grande en África y está entre los diez mayores países a nivel global, debido a la presencia de numerosos lagos de características variadas y la presencia del río Nilo. Las especies de peces comúnmente cultivadas en Egipto son la tilapia y el bagre africano, por sus altas tasas de crecimiento y su presencia en cuerpos de agua. La acuicultura semi-intensiva es el sistema más practicado en Egipto. El sector de alimentos acuícolas enfrenta alteraciones considerables en años recientes. Actualmente en Egipto, con vastos progresos en la industria acuícola, las dos mayores amenazas potenciales que ponen en peligro la vida acuática, induciendo mortalidades, son los patógenos emergentes y la toxicidad con metales pesados. Los métodos más recientemente aplicados para controlar la toxicidad y resistencia a diferentes infecciones en peces son nanopartículas,

SUMMARY

Fish farming is considered a substantial agricultural activity that provides cheap animal protein with essential nutrients, compensates the global nutritional deficiencies, and contributes to lessen poverty. Aquaculture in Egypt is a great success story that has been practiced for millennia, nowadays; aquaculture production in Egypt is the largest in Africa and among the top ten countries globally owing to the presence of many lakes of various characteristics and the presence of the Nile River. The common cultured fish species in Egypt are Tilapia and African catfish, owing to their rapid growth rate and existence of water bodies. Semi-intensive aquaculture is the most practiced system in Egypt. The Egyptian aquafeed sector faces considerable alterations in recent years. Currently in Egypt, with vast progress in the aquaculture industry, emerging of various pathogens and toxicity with heavy metals are the two major potential threats that endanger fish life inducing mortalities. Nanoparticles, probiotics, and nutraceuticals with their essential oils are the most recently applied methods for controlling toxicity and resisting different infections in fish. Therefore, the current review improves our

probióticos y nutraceuticos, como aceites esenciales. Por lo tanto, la actual revisión mejora nuestro conocimiento sobre la acuicultura en Egipto y los métodos recientes para controlar amenazas potenciales.

Palabras claves: Producción acuícola, Egipto, Especies cultivadas, Patógenos de peces, Toxicidad con metales pesados.

REVISIÓN

La industria acuícola constituye alrededor del 50% de la producción pesquera mundial. Es un veloz sector productor de alimentos que se asocia con la naturaleza a través de diferentes interacciones (FAO, 2020; Chinnadurai *et al.*, 2022). Unas 424 especies acuáticas se cultivan, beneficiando a millones a través de la nutrición, seguridad alimentaria y reducción de la pobreza (Galappaththi *et al.*, 2020).

A lo largo de la historia, la actividad acuícola primaria se documentó en Egipto en el mural de la tumba de un faraón de más de 2.500 años, revelando a un hombre cosechando una tilapia de un estanque de tierra (Bardach *et al.*, 1972).

Mural de la tumba de Nebamum (1.350 AC) mostrando tilapias en un estanque.

Wall of Nebamum's tomb (1.350 BCE) showing tilapias in a pond.



knowledge about aquaculture in Egypt and recent methods for controlling potential threats.

Key words: Aquaculture production, Egypt, Cultured species, Fish pathogens, Heavy metals toxicity.

REVIEW

The aquaculture industry constitutes over 50 percent of worldwide fish production, is a swift food-producing sector that is associated with nature through different interactions (FAO, 2020; Chinnadurai *et al.*, 2022). About 424 aquatic species are cultivated, benefiting millions through the supply of nutrition, food security and poverty reduction (Galappaththi *et al.*, 2020).

Throughout history, the primary aquaculture activity documented in Egypt on the wall of a pharaoh's tomb from more than 2500 years ago reveals a man harvesting a tilapia fish from an earthen pond (Bardach *et al.*, 1972).

Egipto es un país localizado al norte de África, que bordea el Mar Rojo y el Mar Mediterráneo. Los países vecinos son Libia, la Franja de Gaza y Sudán. Egipto envuelve parte del desierto de Libia, desierto del Sahara y el Río Nilo, el cual corre de sur a norte. Egipto tiene un sistema económico combinado, el cual incluye mucho de libertad económica, mezclada con regulaciones gubernamentales y planificación económica centralizada. Egipto es miembro de la Liga de Estados Árabes (Liga Árabe) y del mercado común de África Oriental y del Sur (COMESA) (Michigan State University, 2020).

Egipto es el país líder en acuicultura en África (Adeleke *et al.*, 2021), seguido por Nigeria, y las especies de peces predominantemente cultivadas en ambos países son tilapia y bagre africano. La industria acuícola en estos dos países es muy alentadora debido a la presencia de cuerpos de agua, compromiso institucional y alta demanda de pescado (Kaleem & Sabi, 2021).

Las estadísticas pesqueras reportadas por FAO en 2015 indican que la producción total de pesca (marina, dulceacuícola y de acuicultura) alcanzó 1,5 millones de tm, incluyendo 336.000 tm de captura (marina y de agua dulce)(22%) y 1,2 millones de tm de acuicultura (78%) (Feidi, 2018). En suma, la producción acuícola excede uno y medio millones de tm por año, con un valor de mercado medido en 2 millardos de US\$, ranqueando al país como el 6to entre los principales productores acuícolas globales (FAO, 2003-2020b). A pesar de la elevada producción pesquera en Egipto, de casi 1,45 millones de tm en 2013 a alrededor de 1,82 millones de tm en 2017, con un incremento de 25%, el precio del pescado se ha incrementado de aproximadamente 13,5 L.E./kg en 2013 a casi 24 L.E./kg en 2017,

Egypt is a country located in North Africa that borders the Red Sea and the Mediterranean Sea. Neighboring countries are Libya, the Gaza Strip, and Sudan. Egypt involves parts of the Libyan Desert, Sahara Desert, and the Nile River, which runs from south to north. Egypt has a combined economic system which includes many private companies, mixed with government regulation and centralized economic planning. Egypt is a member of the League of Arab States (Arab League) and the Common Market for Eastern and Southern Africa (COMESA) (Michigan State University, 2020).

Egypt is Africa's leading aquaculture country (Adeleke *et al.*, 2021), followed by Nigeria and the dominant cultured fish species in both countries are Tilapia and African catfish. The aquaculture industry in these two countries is very encouraging owing to the presence of water bodies, some institutional commitment, and high demand for fish (Kaleem & Sabi, 2021).

The fisheries statistics reported by FAO in 2015 indicate that the production of fish in Egypt reveals that overall production from marine, freshwater, and aquaculture) reached 1.5 million tons, including 336,000 tons from capture (marine and inland fisheries) (22%) and 1.2 million tons from aquaculture (78%) (Feidi, 2018). In addition, the aquaculture production exceeds one and a half million tons per annum with a market value measured USD 2 billion, rating the country 6th amongst the principal aquaculture producing countries universally (FAO, 2003-2020b). In spite of the elevated fish production in Egypt from nearly 1.45 million tons in 2013 to around 1.82 million tons in 2017, with an increase of 25.0%, the fish price has increased from approximately L.E. 13.5/kg to nearly L.E. in 2013 24/kg in 2017, indicating that the

indicando que las cantidades de peces producidos no cubren la creciente demanda de los consumidores (Ali *et al.*, 2020). En Egipto, la industria acuícola suministra aproximadamente el 77% de la producción pesquera nacional y ofrece más de 580.000 puestos de trabajo en este sector (El-Sayed *et al.*, 2015; FAO, 2016).

Globalmente, Egipto es el séptimo mayor productor acuícola por su producción masiva y el mayor de África, reuniendo el 73,8% en volumen y el 64,2% por valor (Feidi, 2018). En Egipto, la industria acuícola se caracteriza por cultivar varias especies. La tilapia ocupa el primer lugar en la industria, con respecto a la distribución de mercado y tamaño de la producción (alrededor del 67% del total de piscicultura) (GAFRD, 2014; FishStatJ, 2016; Soliman & Yacout, 2016a). *Oreochromis niloticus* es la especie cultivada clave en Egipto, constituyendo el 65,15% de la producción pesquera egipcia (Elsheshtawy *et al.*, 2019). Actualmente en Egipto, la producción de tilapia cultivada se posiciona segunda globalmente, después de China (FAO 2003-2020a). Su industria se basa principalmente en la producción a partir de semillas de tilapia reversadas sexualmente (todos machos), por su valor económico, debido al rápido crecimiento para alcanzar pesos de mercado con buenas tasas de conversión alimenticias (TCA) (Beardmore *et al.*, 2001). La tilapia del Nilo se ha utilizado recientemente como modelo para estudios toxicológicos (Mahboub *et al.*, 2021a). A pesar de la producción masiva de tilapia en Egipto, no se exporta a EUA o la UE debido a restricciones por preocupaciones relativas a seguridad alimentaria e investigaciones de contaminantes en tejidos del pescado y residuos de drogas. Toda la producción de tilapia en Egipto se mercadea localmente (Feidi, 2004; Rothius *et al.*, 2013; Hebisha & Fathi, 2014). Sólo 10 instituciones piscícolas egipcias pueden exportar su producción a

produced fish quantities do not cover the rising demand of consumers (Ali *et al.*, 2020). In Egypt, the aquaculture industry supplies approximately 77% of the total national fish production and offers more than 580,000 jobs for workers in this sector (El-Sayed *et al.*, 2015; FAO, 2016).

Globally, Egypt is the seventh-largest aquaculture producer by its massive production and the largest in Africa, computing 73.8% by volume and 64.2 % by value (Feidi, 2018). In Egypt, The aquaculture industry is characterized by culturing various species. Tilapia ranks the first order in the fish industry, with respect to market distribution and production size (about 67% of the total cultured fish) (GAFRD, 2014; FishStatJ, 2016; Soliman & Yacout, 2016a). Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, is the key cultured species in Egypt that constitutes 65.15% of Egyptian fish production (Elsheshtawy *et al.*, 2019). Currently in Egypt, production of cultured tilapia ranks second globally after China (FAO 2003-2020a). Its industry is mainly based on the production of sex-reversed all-male tilapia fry considering economic value, owing to their rapid growth to reach market weights with higher Feed Conversion Ratios (FCR) (Beardmore *et al.*, 2001). Nile tilapia is recently utilized as a model for toxicological studies (Mahboub *et al.*, 2021a). Despite massive production of tilapia in Egypt, they are not exported to the USA and EU owing to restrictions on the exportation because of food safety concerns and investigation of contaminants in fish tissues and drug residues. All of the tilapia production in Egypt is marketed locally (Feidi, 2004; Rothius *et al.*, 2013; Hebisha & Fathi, 2014). Only 10 fish-producing institutions in Egypt are allowed to export their production to the EU, which are marine fish producers (Rothius *et al.*, 2013).

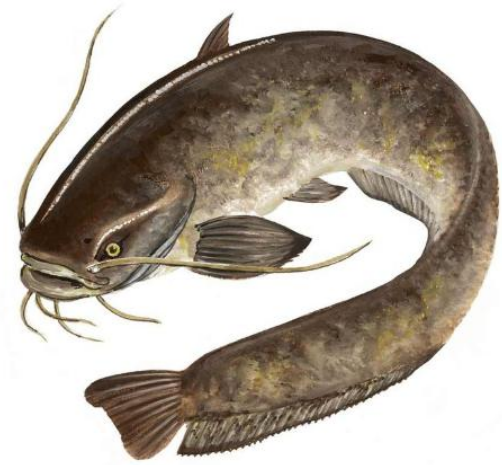
la UE, las cuales son productores marinos (Rothius *et al.*, 2013).

Las otras especies comúnmente cultivadas son lisas, lubina europea, besugo, bagres, camarones peneidos y corvina (Soliman & Yacout 2016; Shaalan *et al.*, 2018). Los bagres se producen mundialmente en varios sistemas de producción, que van del extensivo de baja productividad a los altamente productivos sistemas intensivos. El bagre africano, *Clarias gariepinus*, se cultiva ampliamente debido a su tolerancia a cambios ambientales, rápido crecimiento y buena conversión alimenticia (Mahboub *et al.*, 2020). Actualmente, esta especie íctica se emplea exitosamente en Egipto como indicador para estudios toxicológicos (Mahboub *et al.*, 2021b). El bagre africano se emplea para controlar la reproducción no deseada de tilapia del Nilo en sistemas productivos de bajo ingreso (El-Naggar 2007).

The other commonly cultured fish species are mullet, European seabass, Gilthead seabream, Catfish, Penaeid shrimp, and Meager (Soliman & Yacout 2016; Shaalan *et al.*, 2018). Catfish are produced worldwide in various production systems differing from low-yield extensive to high-yield intensive systems. The African catfish, *Clarias gariepinus*, is broadly cultivated due to its tolerance to environmental changes, rapid growth, and high feed conversion rate (Mahboub *et al.*, 2020). Currently, this fish species is successfully used in Egypt as an indicator for toxicological studies (Mahboub *et al.*, 2021b). African catfish are utilized for controlling unwanted reproduction of Nile Tilapia in low input production systems (El-Naggar 2007).



Oreochromis niloticus



Clarias gariepinus

Peces más comúnmente cultivados en Egipto.
Most commonly cultured fish in Egypt.

En Egipto, la acuicultura semi-intensiva se practicó más comúnmente en granjas con policultivo, en estanques de tierra de 2 a 6 Ha, con la ayuda de fertilizantes y alimento suplementario (FAO, 2003). El tipo más común de sistema semi-intensivo llevado a cabo en Egipto es el cultivo en estanques, los cuales son muy importantes en el país pues son exitosos en desarrollar el sector pesquero dependiente de los esfuerzos coordinados en piscicultura. Los sistemas de cultivo en piscinas semi-intensivas producen de 5 a 20 tm/Ha/año, y constituyen casi el 85% de la producción pesquera total que emplea piscinas de tierra (El-Sayed, 2007; Shaheen *et al.*, 2013). En este sistema, el uso de agua para producir una tonelada de pescado es aproximadamente 5.000-6.000 m³ (Henriksson *et al.*, 2017). Se aplican tanto fertilizantes como alimentos acuícolas con un nivel proteico que oscila entre 10 y 30% (Soliman & Yakout, 2016b).

El sector de alimentos acuícolas egipcio mostró cambios considerables de 2013 a 2018. El número de molinos de alimentos se elevó en 67%, de un estimado de 60 molinos en 2013 hasta alcanzar 100 molinos en 2018. Consecuentemente, la producción de alimentos acuícolas aumentó un 77%, de alrededor de 800.000 tm a 1.419.000 tm en el mismo período. Recientemente, hay inversiones significativas, locales y foráneas, en la industria alimenticia, particularmente en tecnología. El sector es influenciado por empresas pequeñas (33,3%) y medianas (42,6%) (El-Sayed *et al.*, 2022).

En Egipto, con el progreso en la industria acuícola, emergieron varios patógenos incluyendo bacterias (Abdelsalam *et al.*, 2021; Tartor *et al.*, 2021; Ali *et al.*, 2021), hongos (Tartor *et al.*, 2018; Mahboub & Shaheen, 2020; Mahboub & Shaheen, 2021), virus (Fathi *et al.*, 2017), y parásitos

In Egypt, semi-intensive aquaculture was more commonly practiced in farms where polyculture was operated in smaller ponds in-between 2 and 6 ha with the aid of fertilizers and supplementary feed (FAO, 2003). The most common type of semi-intensive system carried out in Egypt is the pond culture, which is very essential in the country as it achieves success in developing the fisheries sector depending on coordinated efforts in fish farming. Semi-intensive pond culture system produces about 5 to 20 tons/ha of fish per annum, and constitutes nearly 85% of the total fish production using earthen ponds (El-Sayed, 2007; Shaheen *et al.*, 2013). In this system, the usage of water to yield one ton of fish is approximately 5,000-6000 m³ (Henriksson *et al.*, 2017). Both fertilizers and aquafeed are provided with a protein requirement ranging from 10 to 30% (Soliman & Yakout, 2016b).

The Egyptian aquafeed subsector showed considerable changes during the period from 2013 to 2018. The number of feed mills is elevated by 67% from an estimated 60 mills in 2013 to reach 100 mills in 2018. Consequently, Egyptian aquafeed production augmented over 77%, from an estimated 800,000 mt to 1,419,000 mt over the same period. Recently, there are significant local and foreign investments in the fish feed industry, particularly in aquafeed technology. The sector is influenced by small-scale (33.3%) and medium-scale (42.6%) enterprises (El-Sayed *et al.*, 2022).

In Egypt, with progress in aquaculture industry, various pathogens are emerged including bacterial (Abdelsalam *et al.*, 2021; Tartor *et al.*, 2021; Ali *et al.*, 2021), fungal (Tartor *et al.*, 2018; Mahboub and Shaheen, 2020; Mahboub and Shaheen, 2021), viral (Fathi *et al.*, 2017), and parasitic infections (Eissa *et al.*, 2020; Al Malki *et al.*, 2021).

(Eissa *et al.*, 2020; Al Malki *et al.*, 2021). Adicionalmente, la existencia de diferentes contaminantes (Ismail & Mahboub, 2016; Zahran *et al.*, 2021), y metales pesados, especialmente mercurio (Sallam *et al.*, 2019; Hasan & Abdelhamid, 2019; El-Bouhy *et al.*, 2021a, 2021b). Todos esos factores amenazan la vida de los peces y, consecuentemente, inducen retrasos en crecimiento y mortalidades. Para atacar estos problemas, recientemente se han aplicado y verificado métodos para aliviar la toxicidad por metales pesados, involucrando el uso de nanopartículas (Bayoumy *et al.*, 2021; Mahboub *et al.*, 2021a), probióticos (El-Bouhy *et al.*, 2021a), y extractos naturales de plantas (El-Bouhy *et al.*, 2021b). Los mismos métodos se aplicaron recientemente para resistir infecciones variadas, como nanopartículas (Mahboub *et al.*, 2020), probióticos (Abdelfatah & Mahboub, 2018; Moustafa *et al.*, 2021; Gewaily *et al.*, 2021), extractos herbales (Mahboub *et al.*, 2022), y sus aceites esenciales (Abdel Rahman *et al.*, 2017; Mahboub & Tartor, 2020).

CONCLUSIÓN

Mirando hacia adelante, los sistemas de acuicultura requieren un manejo ambiental y financiero innovador para lograr un éxito generalizado. En suma, se requieren programas futuros y políticas para integrar probióticos naturales y extractos herbales para promover el crecimiento de los peces, incrementar la resistencia de los peces contra infecciones y, consecuentemente, la industria acuícola mejorará. Finalmente, para las exportaciones de pescado, debe promoverse un enfoque sistémico que examine el estado de salud de los peces así como los tóxicos ambientales. Se requieren investigaciones futuras para mejorar la industria acuícola. Los sistemas acuícolas pueden ser exitosamente implementados para ser altamente sostenibles.

Additionally, the existence of different pollutants (Ismail & Mahboub, 2016; Zahran *et al.*, 2021), and heavy metals especially mercury (Sallam *et al.*, 2019; Hasan & Abdelhamid, 2019; El-Bouhy *et al.*, 2021a, 2021b). All these factors threaten fish life and consequently induce stunted growth and mortalities. To tackle these problems, recent methods are applied and verified successfully in Egypt to alleviate heavy metals toxicity involving using of nanoparticles (Bayoumy *et al.*, 2021; Mahboub *et al.*, 2021a), probiotics (El-Bouhy *et al.*, 2021a), and natural plant extracts (El-Bouhy *et al.*, 2021b). The same methods are applied recently to resist various infections including nanoparticles (Mahboub *et al.*, 2020), probiotic (Abdelfatah & Mahboub, 2018; Moustafa *et al.*, 2021; Gewaily *et al.*, 2021), herbal extract (Mahboub *et al.*, 2022), and their essential oils (Abdel Rahman *et al.*, 2017; Mahboub & Tartor, 2020).

CONCLUSION

Looking ahead, the aquaculture system requires innovative financial and environmental management to achieve widespread success. In addition, future programs and policies are required to integrate natural probiotics and herbal extracts to promote fish growth, increase fish resistance against infections, and consequently the aquaculture industry will be enhanced. Finally a systems approach that examines fish health status with considering environmental toxicants will be encouraged for fish exportation. Future research is required for improving the aquaculture industry. Aquaculture systems can be successfully implemented to be highly sustainable.

Referencias disponibles bajo solicitud.