



ALLIANCE™

(<https://debug.globalseafood.org>).



**Responsible
Seafood**
ADVOCATE



Aquafeeds

¿Cuál es la mejor relación carbono-nitrógeno para los sistemas de biofloc?

16 October 2017

By Hellyjúnior Brandão , Inácio Alves Neto , Dionéia Cesar, Ph.D. , Carlos Gaona, Ph.D. , Dariano Krummenauer, Ph.D. and Wilson Wasielesky Jr., Ph.D.

Investigadores brasileños recomiendan una proporción de 12.5:1 para sistemas mixtos heterotróficos y autotróficos



Los sistemas de tecnología de biofloc son tecnologías muy prometedoras para la producción super-intensiva de muchas especies acuáticas valiosas como el camarón *L. vannamei*.

Los sistemas de tecnología de biofloc (BFT) son considerados una de las tecnologías más prometedoras en la producción super-intensiva de organismos acuáticos. Tienen varias ventajas ampliamente conocidas, incluyendo el uso de altas densidades de siembra, mejor productividad, menor consumo de agua (debido a la poca o ninguna renovación de agua), reutilización del agua, mayor bioseguridad y la presencia de una gran comunidad microbiana que actúa como fuente adicional de alimento.

Debido a las altas densidades de siembra utilizadas en BFT y al requisito de alta concentración de proteínas en las dietas de camarón, hay un aumento en la cantidad de amonio excretado por los animales, lo que puede conducir al deterioro de la calidad del agua. La metabolización del nitrógeno presente en el agua puede producirse a través de tres vías: fotoautótrofas, donde los organismos eliminan el nitrógeno del agua convirtiéndolo en biomasa de algas; quimio-autotrófico, cuando las bacterias autotróficas realizan el proceso de nitrificación además de incorporarlo en su biomasa; y la vía heterotrófica, donde las bacterias incorporan nitrógeno en su biomasa en forma de proteína.

BFT promueve el desarrollo de una comunidad de microorganismos para controlar los compuestos nitrogenados en el agua. En la mayoría de los casos, el desarrollo de una comunidad bacteriana predominantemente heterotrófica se promueve ajustando la relación carbono-nitrógeno del agua e incorporando carbono orgánico suplementario de fertilizantes orgánicos ricos en carbono. Esta incorporación de carbono orgánico generalmente se hace para ajustar la relación C:N a 15:1, donde se ha determinado que se necesitan 15 gramos de carbono para convertir 1 gramo de nitrógeno amoniacal a biomasa bacteriana.

Algunos estudios sugieren que un sistema de biofloc mixto dominado por microalgas y bacterias autotróficas puede generar más beneficios al rendimiento del camarón, además de reducir los costos

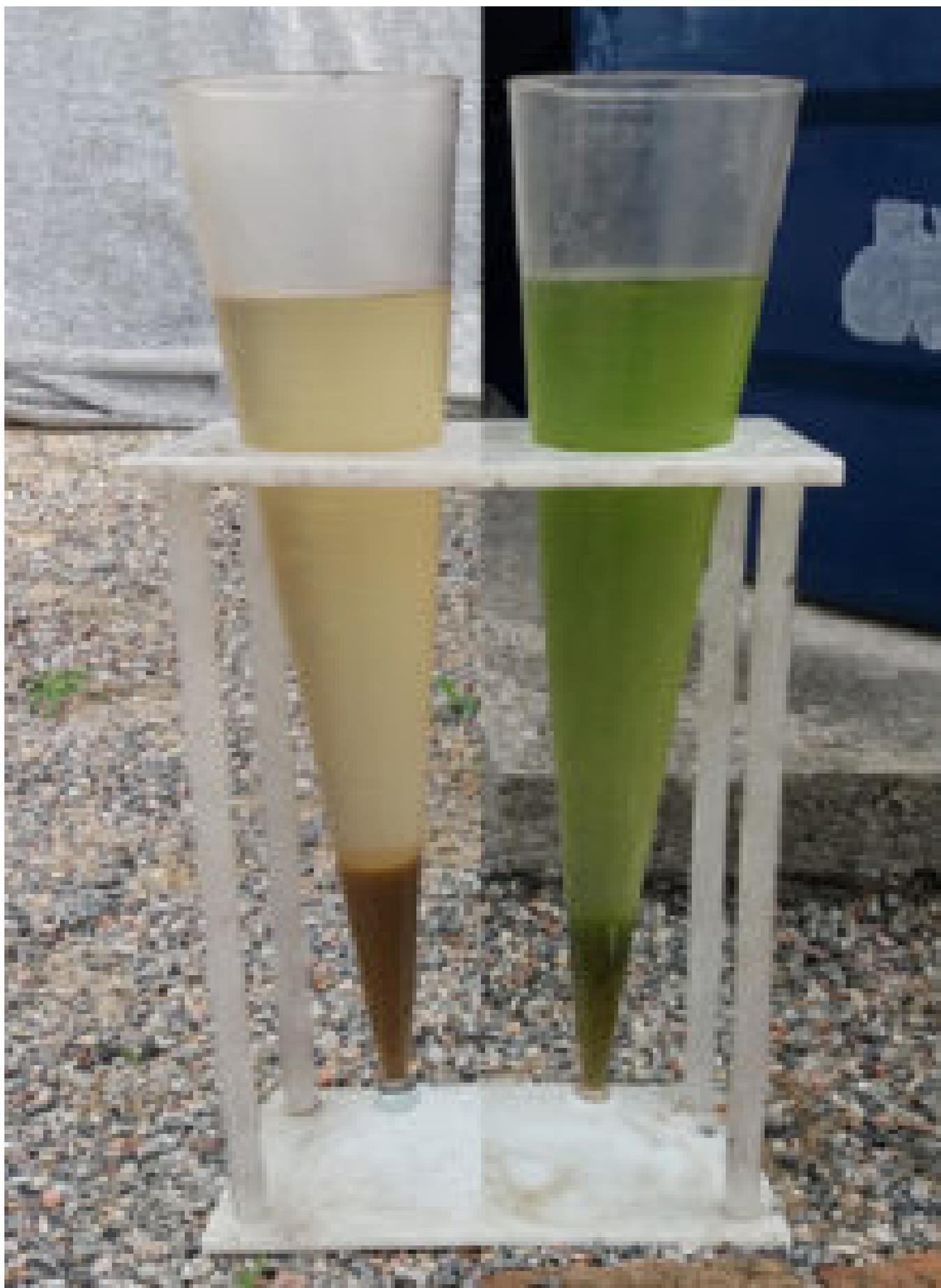


Fig. 1: Comparación entre un biofloc dominado heterotróficamente (izquierda) y un biofloc dominado foto-autotróficamente (derecha).

de fertilización orgánica. Otros investigadores señalan que el sistema mixto heterotrófico-quimio-autotrófico es la mejor alternativa, mientras que algunos promueven un sistema completamente heterotrófico.

El predominio de la vía del sistema heterotrófico puede generar un exceso de biomasa bacteriana y causar diversos problemas, como el aumento de la demanda de oxígeno y la producción de dióxido de carbono, lo que provoca alteraciones en la calidad del agua e incluso afecta el rendimiento zootécnico del camarón.

Además, las vías quimio-autotróficas y foto-autotróficas tienen desventajas debido a que son eliminadas fácilmente del sistema o porque crean altas fluctuaciones en los parámetros de calidad del agua. A pesar de ello, todas las rutas de remoción están presentes en un sistema BFT y están actuando en diferentes niveles y períodos, pero las vías autotróficas y heterotróficas parecen tener más importancia.

Sin embargo, poco se sabe sobre la formación, composición, desarrollo y funcionamiento de las comunidades bacterianas en los sistemas biofloc y sus conexiones concretas con la manipulación de la relación carbono-nitrógeno – estos estudios son esenciales para caracterizar las comunidades bacterianas. Es necesario evaluar la relación entre las tasas de fertilización orgánica y el desarrollo de las comunidades microbianas, así como el caracterizarlas para promover un uso más eficiente de estas comunidades y reducir el volumen total de sólidos suspendidos producidos.

Hibridación *in situ* Fluorescente, o FISH

Diferentes técnicas se usan para describir una comunidad bacteriana, tal como tinción, un método de filtrar con membrana, o cultivo de colonias bacterianas, por ejemplo. Aunque ampliamente utilizadas, estas técnicas pueden no ser muy eficientes, porque dependen de si las bacterias son cultivables, o de que no sean específicas. Las técnicas moleculares, como la electroforesis, PCR, metagenómica y técnicas citogenéticas, han ido ganando prominencia en los últimos tiempos debido a su alto rendimiento, precisión y velocidad, aunque algunos de ellos siguen siendo muy caros. Permiten detallar comunidades bacterianas presentes en el agua del cultivo, en organismos cultivados, e incluso detectar la presencia de microorganismos patógenos o probióticos.

FISH (Hibridación *in situ* Fluorescente) es una técnica molecular que utiliza sondas fluorescentes unidas a oligonucleótidos complementarios al ARN ribosómico de las bacterias. Las sondas fluorescentes pueden diseñarse para ser específicas y reconocer sólo una especie o grandes grupos bacterianos. Las células marcadas con las sondas se diferencian mediante el uso de filtros ópticos específicos en el citómetro de flujo, o epifluorescencia o microscopios confocales. En general, el FISH permite la visualización directa, la identificación y el cálculo de células bacterianas específicamente marcadas, con ventajas adicionales de ser una técnica de cultivo bacteriano independiente, utilizando un control negativo para asegurar la eficiencia de la hibridación y proporcionar información sobre la morfología y el número de células en una muestra.

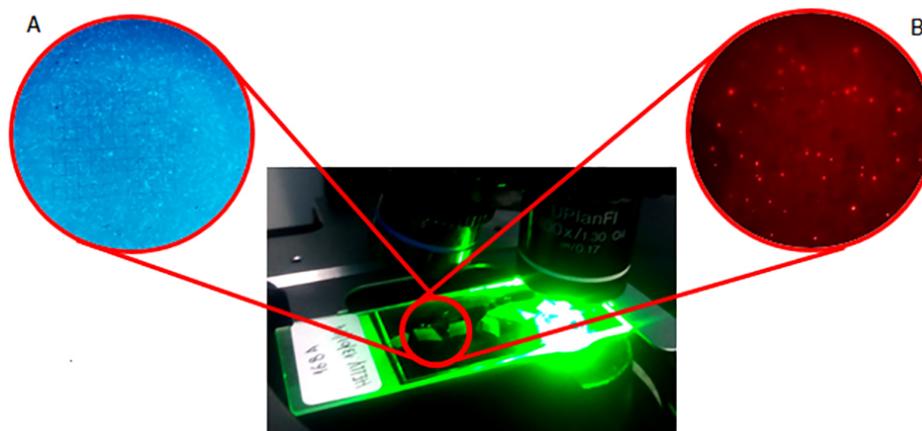


Fig. 2: Bacterias visualizadas en microscopía de epifluorescencia utilizando diferentes filtros de luz. (A): Conteo total de bacterias usando la técnica de tinción DAPI (azul). (B) Conteo de un grupo o especie determinado por sonda específica.

Estudio de manipulación C:N

Un estudio reciente en la Estación Marina Acuícola de la Universidad Federal de Rio Grande (Brasil) mostró que es posible manipular la relación C/N para reducir la producción de sólidos y el uso del agua. Se realizó un experimento con diferentes proporciones de C:N, donde se ensayaron los tratamientos sin fertilización orgánica suplementaria (el aporte de carbono orgánico se realizó sólo con alimentación – C:N = 7,5/L) con niveles crecientes hasta C:N = 15:1. Los juveniles de *Litopenaeus vannamei* con un peso inicial de 1,0 gramos se sembraron en tanques con una densidad de población de 400 por metro cúbico.

Se monitorearon parámetros de calidad de agua tales como temperatura, pH, oxígeno disuelto, nitrógeno amoniacal, alcalinidad, nitrato, fosfato, salinidad, sólidos suspendidos totales y turbidez. Las renovaciones de agua siempre se realizaron cuando los niveles de amoníaco superaban los 7,0 mg/L y los nitritos 20 mg/L (dos veces el nivel de seguridad de cada uno en ese caso específico), o cuando los sólidos en suspensión totales superaban los 500 mg/L. Se recogieron muestras de agua para detectar la aparición y crecimiento de poblaciones bacterianas a través de la técnica FISH.

Brandão, Tabla 1

Parámetros	7.5:1	10:1	12.5:1	15:1
Peso inicial (g)	1.17±0.50	1.17±0.50	1.17±0.50	1.17±0.50
Peso final (g)	4.62±1.53b	5.54±1.75a	5.23±1.81a	5.45±1.67a
Biomasa inicial (g)	374.40	374.40	374.40	374.40
Biomasa final (g)	1283.32 ± 280	1618.49 ± 262.83	1464.40 ± 124.96	1601.52 ± 121.18
Productividad final (kg.m ³)	1.60±0.35	2.02±0.33	1.83±0.16	2.00±0.15
Crecimiento seminal (g/semana)	0.69±0.6	0.87±0.5	0.81±0.5	0.85±0.5
Supervivencia (%)	86.77±8.03	91.35±6.21	87.5±8.40	91.88±3.48

Parámetros	7.5:1	10:1	12.5:1	15:1
Tasa de conversión de alimento (FCR)	1.92±0.47	1.50±0.23	1.50±0.23	1.52±0.11

Tabla 1. Índices zootécnicos de rendimiento (media \pm desviación estándar) de juveniles de *L. vannamei* cultivados en tanques fertilizados con diferentes relaciones de C:N. Los medios en la misma línea con letras diferentes son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

No hubo diferencias significativas en los parámetros de calidad del agua, estando todos dentro del rango recomendado para la especie. La concentración promedio de amoníaco fue el único parámetro de la calidad del agua afectado por los tratamientos, ya que se registraron picos y medias más altos donde no hubo fertilización orgánica (Fig. 3). Este comportamiento se debe a las menores cantidades de bacterias heterotróficas en ese tratamiento debido a la ausencia de fertilización orgánica suplementaria, tal como se expresa en los resultados de FISH.

Fig. 3: Cambios en la concentración de nitrógeno amoniacal total disuelto en agua (mg/L) durante el período experimental.

Los resultados también mostraron que la comunidad bacteriana se ve afectada por la relación C:N, por lo que el proceso de nitrificación fue afectado por los tratamientos (Fig. 4), siendo retrasado cuando la relación fue menor (7,5:1) o mayor (15:1). Por lo tanto, los tratamientos con fertilización orgánica intermedia (10:1 y 12,5:1) tuvieron los valores totales más bajos para el agua utilizada y los sólidos estimados eliminados en el ciclo (Figura 5).

Fig. 4: Cambios en la concentración de nitrito disuelto en agua (mg/L) durante el período experimental.

También hubo diferencias en el peso final del camarón, donde el tratamiento sin fertilización obtuvo el menor peso final, pero no se encontraron diferencias en las tasas de supervivencia, conversión alimenticia y productividad.

Fig. 5: Total de agua utilizada (A) y total de sólidos estimados eliminados del sistema (B) en cada tratamiento.

Perspectivas

En general, los resultados mostraron que es posible reducir la relación carbono-nitrógeno en cultivos de biofloc para reducir la cantidad de agua utilizada y el total de sólidos suspendidos producidos, generando así ahorros de capital y de recursos. La mejor relación C:N depende del tipo de biofloc deseado. La proporción 12,5:1 se recomienda cuando se considera el establecimiento de un sistema mixto heterotrófico-autotrófico.

Authors



HELLYJÚNYOR BRANDÃO

Laboratório de Cultivo de Camarões
Aquaculture Postgraduate Program
Federal University of Rio Grande – RS, Brazil



INÁCIO ALVES NETO

Laboratório de Cultivo de Camarões
Aquaculture Postgraduate Program
Federal University of Rio Grande – RS, Brazil



DIONÉIA CESAR, PH.D.

Laboratory of Ecology and Molecular Biology of Microorganisms
Federal University of Juiz de Fora – MG, Brazil



CARLOS GAONA, PH.D.

Laboratório de Cultivo de Camarões
Aquaculture Postgraduate Program
Federal University of Rio Grande – RS, Brazil



DARIANO KRUMMENAUER, PH.D.

Laboratório de Cultivo de Camarões
Aquaculture Postgraduate Program
Federal University of Rio Grande – RS, Brazil



WILSON WASIELESKY JR., PH.D.

Laboratório de Cultivo de Camarões
Aquaculture Postgraduate Program
Federal University of Rio Grande – RS, Brazil

manow@mikrus.com (<mailto:manow@mikrus.com>).

Copyright © 2023 Global Seafood Alliance

All rights reserved.