



ALLIANCE™

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



Efectos de las fuentes de carbohidratos en un vivero de biofloc para camarones

19 April 2021

By Tran Huu Tinh, Ph.D. , Tom Koppenol, M.Sc. , Tran Ngoc Hai, Ph.D. , Johan A.J. Verreth, Ph.D. and Marc C.J. Verdegem, Ph.D.

La fuente de carbono orgánico afecta la eficiencia de la utilización de nutrientes en los sistemas de biofloc para *L. vannamei*



Este estudio investigó los efectos de la melaza y el almidón de maíz como fuentes de carbohidratos en un sistema de vivero de biofloc para el camarón *L. vannamei*. Los resultados mostraron que el tratamiento con almidón de maíz resultó en tasas de crecimiento, producción, peso corporal promedio y FCR significativamente más altas en comparación con el tratamiento con melaza. Foto de Fernando Huerta.

La tecnología de biofloc es un sistema de producción acuícola eficiente en el uso de recursos que respalda un mejor uso de los recursos naturales básicos, como el agua dulce y la tierra, y los alimentos acuícolas. La adición de carbohidratos orgánicos (CHO) al sistema biofloc proporciona una fuente de energía para que los organismos microbianos conviertan el amoníaco o el nitrato en biomasa microbiana. Este proceso ayuda a reducir los niveles de amoníaco y nitrito, lo que reduce la necesidad de intercambio de agua. Al mismo tiempo, la biomasa microbiana generada sirve como alimento natural para las especies cultivadas y aumenta la eficiencia del uso de alimentos acuícolas. Los sistemas de biofloc también benefician las respuestas inmunológicas del camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) contra agentes infecciosos.

Las posibles fuentes de CHO pueden incluir simples como melaza, glicerol y glucosa, y complejas como harinas y almidones. Diferentes fuentes de CHO dan como resultado diferentes valores nutricionales del biofloc. Además, tienen efectos variables sobre la composición de la comunidad microbiana en el biofloc, la producción y la inmunidad de los peces y camarones cultivados. El mecanismo subyacente de algunas de estas diferencias puede residir en la complejidad de la estructura de CHO. Estos resultados en conjunto indican la importancia de seleccionar un CHO adecuado para un sistema de tecnología de biofloc exitoso.

En la tecnología de biofloc, el alimento y el CHO representan las principales fuentes de material orgánico que ingresa al sistema. Después de la alimentación, el consumo de oxígeno y la excreción de amoníaco por parte de los peces aumentan significativamente, creando altas fluctuaciones en la concentración de amoníaco a diario. Actualmente se desconoce cómo se acumulan las entradas de

carbono y nitrógeno en los diferentes compartimentos (por ejemplo, camarones, biofloc, agua) del cultivo de biofloc de *L. vannamei*, y aún se necesitan más investigaciones sobre el reciclaje de nutrientes en los sistemas de biofloc.

Este artículo – adaptado y resumido de la **publicación original** (<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735795>). [Tinh, T.H. et al. 2021. Effects of carbohydrate sources on a biofloc nursery system for whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture*, Volume 531, 30 January 2021, 735795] – investigó cómo la adición de almidón de maíz o melaza afectaba la calidad del agua, el biofloc y el perifiton [mezcla compleja de algas, detritos, cianobacterias y microbios heterotróficos adheridos a superficies sumergidas en la mayoría de los ecosistemas acuáticos] composición proximal, parámetros de producción de camarón, fluctuaciones diurnas y distribución de carbono y nitrógeno en un sistema de vivero de camarón *L. vannamei*.

Configuración del estudio

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones de investigación animal de la Universidad de Wageningen (Carus), Países Bajos. Se obtuvieron juveniles de *L. vannamei* (0.075 ± 0.006 gramos) de CreveTec en Ternat, Bélgica, y se sembraron a una densidad de 250 camarones por metro cuadrado en tanques en un sistema de vivero interior. Los tanques tenían aireación continua, control de temperatura, un régimen de oscuridad / luz de 12 horas / 12 horas y biofloc establecido.

Los animales fueron alimentados dos veces al día con un 34 por ciento de alimento proteico comercial (CreveTec) a un nivel de alimentación del 8 por ciento del peso corporal (BW) por día, y una tasa de conversión alimenticia asumida de FCR de 0,7, alcanzando una tasa máxima de alimentación de 43 gramos por metro cúbico por día. Después de la alimentación, se agregaron inmediatamente almidón de maíz y melaza a sus respectivos tratamientos. Por cada kilogramo de alimento para camarones aplicado, se agregaron 0,6 kg de almidón de maíz o 1,1 kg de melaza para mantener una relación de aporte de C:N de 12.

Las muestras de camarón se recolectaron como una muestra compuesta al principio y por separado de cada tanque al final del experimento para determinar el peso corporal promedio y la tasa de supervivencia. Se recolectaron muestras de biofloc al comienzo del experimento y al final de las semanas 1, 3 y 5. También se recolectaron otras muestras en varios momentos durante el experimento.

Para obtener información detallada sobre el diseño y el sistema experimental y la cría de animales; colecciones y análisis de muestras; y análisis de datos, consulte la publicación original.

Resultados y discusión

En general, los resultados del estudio mostraron que los tratamientos de adición de almidón de maíz y melaza dieron como resultado niveles bajos de nitrógeno amónico en el agua. Los sólidos suspendidos totales y los sólidos suspendidos volátiles en ambos tratamientos aumentaron con el tiempo y no fueron significativamente diferentes entre los tratamientos. El contenido de proteína en la materia seca del biofloc varió del 34 al 48 por ciento, siendo mayor en el tratamiento con melaza. Lo mismo se observó para el contenido de proteína en la materia seca del perifiton que osciló entre el 16 y el 26 por ciento.

El tratamiento con almidón de maíz resultó en una tasa de crecimiento, producción, peso corporal promedio y FCR significativamente más altos en comparación con la adición de melaza. La calidad del agua se mantuvo estable a diario, pero cambió a lo largo de las semanas. Las acumulaciones de carbono y nitrógeno en el sistema no fueron significativamente diferentes entre los tratamientos.

El porcentaje de supervivencia, 90 a 96 por ciento, y la tasa de crecimiento específico (SGR; el aumento en la masa celular por unidad de tiempo) de 8 a 10 por ciento del peso corporal, BW, por día de los camarones en este estudio fueron altos y comparables a estudios anteriores de *L. vannamei* en viveros. Usamos una relación carbono:nitrógeno (C:N) de 12 para ambos tratamientos y la recomendada para el cultivo en biofloc de camarón *L. vannamei*.

La adición de almidón de maíz rindió una producción de camarón significativamente mejor, probablemente debido a las condiciones ambientales más estables en el tratamiento con almidón de maíz, en particular el carbono orgánico disuelto y el nitrógeno en comparación con el tratamiento con melaza (Fig. 1). La calidad del agua estable reduce el estrés y mejora el crecimiento y la supervivencia de los camarones cultivados. Las concentraciones más bajas y estables de carbono orgánico y nitrógeno en el agua del tratamiento con almidón de maíz sugieren que la comunidad microbiana en el sistema experimental difirió en composición y fue más eficiente que en el tratamiento con melaza.

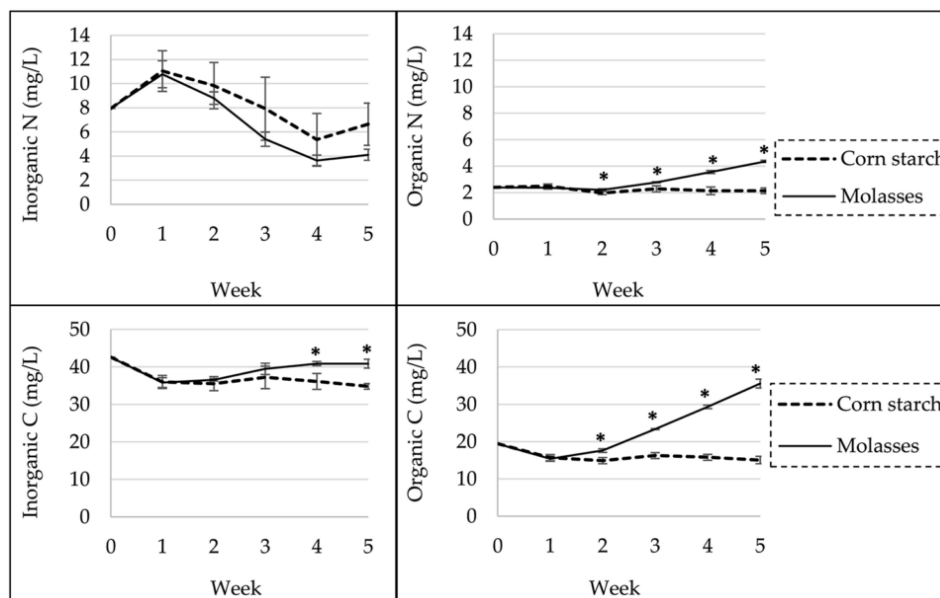


Fig. 1: Cambios semanales de nitrógeno (N) y carbono (C) disueltos en agua por tratamiento (fuente de carbohidratos). Los valores son medias (\pm DE) de tres tanques replicados por tiempo de muestreo en cada tratamiento. Los asteriscos (*) indican semanas con diferencia significativa entre tratamientos ($P < .05$).

Las dos fuentes de carbohidratos utilizadas en esta investigación diferían significativamente en el contenido de minerales, especialmente en potasio. Investigaciones anteriores también reportaron que las concentraciones de hierro, potasio y manganeso en la melaza eran aproximadamente 17, 50 y 70 veces, respectivamente, más altas que en los almidones. Las concentraciones de fosfato en el tratamiento con melaza también fueron más altas que en el tratamiento con almidón de maíz y valores reportados previamente en estanques de camarones convencionales. Pero no está claro si estas diferencias contribuyeron a la diferencia en el crecimiento del camarón entre los tratamientos. En general, además de mantener una relación C: N adecuada, la elección de la fuente de CHO es de gran importancia en la tecnología de biofloc, ya que diferentes CHO tienen diferentes efectos sobre el contenido nutricional del biofloc, la diversidad microbiana y la producción de los animales cultivados.

El contenido de proteína del biofloc fue superior a 390 g/kg de peso seco en ambos tratamientos. La concentración promedio de biofloc alcanzó 434 mg por litro, presentando una fuente extra de nutrientes para los camarones cultivados. El mayor contenido de proteína de biofloc observado en el tratamiento con melaza probablemente se debió al hecho de que la melaza contiene más proteína en peso seco (8,5 por ciento) que el almidón de maíz (0,3 por ciento), que estaba directamente disponible para biofloc.

Observamos que a medida que aumentaba la concentración de biofloc, aumentaba su contenido de proteínas, mientras que su contenido de cenizas disminuía. Esto puede deberse a cambios en la composición microbiana del biofloc. A una alta concentración de biofloc, la parte bacteriana del biofloc se volvió dominante sobre el contenido de algas. En nuestro estudio, en el sistema se superó a partir de la semana 3 en adelante, mostrando una disminución en la concentración de clorofila-a cuando la concentración de biofloc alcanzó 403 mg por litro en el almidón de maíz y 417 mg por litro en los tratamientos de melaza. Un sistema de biofloc equilibrado donde no predominan las algas ni las bacterias es más beneficioso para el camarón, y se ha reportado que las concentraciones de biofloc de 400 a 600 mg por litro son adecuadas para el cultivo de camarón *L. vannamei*.

La producción de perifiton en nuestro ensayo alcanzó de 22 a 46 gramos DW por tanque al final del experimento, con contenidos de proteína que oscilan entre el 19 y el 24 por ciento. El contenido de proteína del perifiton, al igual que el contenido de proteína del biofloc, fueron significativamente mayores en el tratamiento con melaza. Hay pocos estudios sobre los efectos del tipo de carbohidrato en el perifiton, pero se ha demostrado que los valores nutricionales del perifiton dependen del tipo de sustrato. El nivel de proteína del perifiton en nuestro estudio fue comparable al 25 por ciento reportado por investigadores para estanques de *L. vannamei* y representó una fuente adicional de nutrientes para los animales.

No se ha estudiado la contribución directa del perifiton al cultivo intensivo de camarón *L. vannamei*, pero los científicos han demostrado que la promoción del crecimiento del perifiton mediante la adición de sustrato aumentó la producción de camarón *L. vannamei* en sistemas menos intensivos. Observamos que los camarones pastaban en perifiton, que en nuestro sistema crecía principalmente en la pared del tanque en la interfaz agua-aire, por lo que mantener un nivel de agua de cultivo constante puede aumentar la disponibilidad de perifiton para los camarones.

Fig. 2: Distribuciones de carbono y nitrógeno en diferentes compartimentos del sistema de cultivo y aportación total de nutrientes del pienso y los carbohidratos. Los valores son medias de tres tanques replicados por tratamiento (fuente de carbohidratos).

Nuestros datos demostraron que solo del 15 al 17 por ciento del carbono y del 28 al 43 por ciento del aporte de nitrógeno permanecieron en el sistema al final del experimento. El nitrógeno acumulado en los camarones en el tratamiento con almidón de maíz de esta investigación es comparable al reportado por otros investigadores. Sin embargo, el 43 por ciento total del aporte de nitrógeno acumulado en el tanque fue un poco más de la mitad del 80 por ciento de la acumulación del aporte de nitrógeno reportado por otros. Se supuso que el otro 20 por ciento se perdía por desnitrificación y volatilización. Según otros investigadores que trabajan en estanques de cultivo convencionales sin adición de CHO, el 23 por ciento del carbono y el 35 por ciento de las aportaciones de nitrógeno (es decir, de alimentos y fertilizantes) se asimilaron en los camarones, lo que indica que nuestro sistema era menos eficiente en el uso de carbono en comparación con los camarones más convencionales sistemas de producción.

Perspectivas

Nuestros resultados muestran que la elección de la fuente de carbono orgánico juega un papel importante en el éxito de un sistema de biofloc. El almidón de maíz fue superior a la melaza para mejorar el crecimiento de los juveniles de camarón *L. vannamei*. Una vez que se establece el biofloc, los desechos de nitrógeno se pueden controlar de manera eficiente, lo que resulta en una fluctuación diurna relativamente pequeña de nitrógeno y carbono en el agua de cultivo. Sin embargo, la pérdida de nutrientes en los sistemas de biofloc, especialmente la pérdida de carbono, es alta, y se deben explorar formas de reducir las pérdidas de carbono de los sistemas de cultivo. Además, se necesita más investigación para mejorar la eficiencia del uso de nutrientes, ya sea directamente por los animales cultivados o indirectamente atrapando los nutrientes y poniéndolos a disposición para otros usos.

Authors

**TRAN HUU TINH, PH.D.**

Aquaculture and Fisheries
Animal Sciences Group
Wageningen University, the Netherlands

**TOM KOPPENOL, M.SC.**

Aquaculture and Fisheries
Animal Sciences Group
Wageningen University, the Netherlands

**TRAN NGOC HAI, PH.D.**

College of Aquaculture and Fisheries
Can Tho University, Viet Nam

**JOHAN A.J. VERRETH, PH.D.**

Aquaculture and Fisheries, Animal Sciences Group
Wageningen University, the Netherlands

**MARC C.J. VERDEGEM, PH.D.**

Corresponding author
Aquaculture and Fisheries, Animal Sciences Group
Wageningen University, the Netherlands

marc.verdegem@wur.nl (<mailto:marc.verdegem@wur.nl>).

Copyright © 2023 Global Seafood Alliance

All rights reserved.