



[ENVIRONMENTAL & SOCIAL RESPONSIBILITY \(/ADVOCATE/CATEGORY/ENVIRONMENTAL-SOCIAL-RESPONSIBILITY\).](#)

---

# Importancia de la intensidad de aireación para la nitrificación en biopelículas en sistemas de biofloc intensivos

Monday, 18 February 2019

By Ana Paula Mariane de Moraes, B.S. , Paulo Cesar Abreu, Ph.D. , Wilson Wasielesky Jr., Ph.D. and Dariano Krummenauer, Ph.D.

## Se necesitan más estudios para mejorar la comprensión de la dinámica de las bacterias nitrificantes



Raceways en la Estación de Acuicultura Marina, Universidade Federal de Rio Grande (FURG) en Brasil. La intensidad de la aireación es muy importante para el proceso de nitrificación en biopelículas en sistemas acuícolas con tecnología de biofloc intensivo (BFT).

Los compuestos de nitrógeno se consideran uno de los principales problemas en los sistemas intensivos y superintensivos de camarones. El amoníaco y el nitrito presentan las más altas toxicidades para los organismos producidos, afectando su crecimiento, proceso de almacenamiento, alimentación y supervivencia. Sin embargo, estos elementos pueden ser absorbidos y transformados de manera eficiente en proteínas adicionales por las bacterias presentes en los sistemas que utilizan la tecnología de biofloc (BFT).

A pesar del importante papel desempeñado por los bioflocs, las biopelículas también están presentes en los sistemas BFT. Una biopelícula es una comunidad microbiana asociada con una matriz orgánica adherida a un sustrato natural o artificial sumergido.

Los beneficios de incorporar biopelículas en el sistema de producción incluyen mejoramiento de la calidad del agua, la disponibilidad de alimentos complementarios y la prevención de enfermedades causadas por bacterias patógenas. Esto es posible particularmente debido a la depredación de bacterias por protozoos, lo que reduce el riesgo de propagación de enfermedades a los cultivos y aumenta la disponibilidad de alimentos naturales como ciliados, rotíferos y nematodos. A pesar de estas ventajas, el uso de biopelículas no ha sido estimulado en sistemas de acuicultura intensiva, principalmente debido a las dificultades en el manejo de sustratos grandes agregados para mejorar el establecimiento de biopelículas.

Estudios recientes han demostrado la importancia de la comunidad microbiana que vive en las biopelículas para la calidad del agua. Aunque es importante, la biopelícula es menos eficiente que los biofloc en la absorción de compuestos nitrogenados. Esto probablemente ocurre porque, además de las bacterias nitrificantes, el amonio también es absorbido por las bacterias heterótrofas presentes en el biofloc. Es probable que tales diferencias en la eficiencia del biofloc y la biopelícula estén relacionadas con las condiciones físicas y químicas del agua en el sistema de acuicultura.

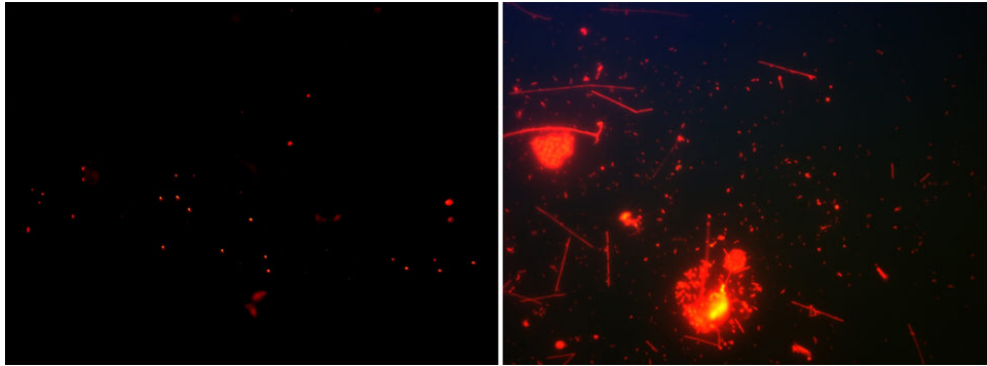
Una de las características físicas más importantes que influyen en las comunidades microbianas de biopelícula y de biofloc, pero de diferentes maneras, es la aireación. En sistemas intensivos como los que usan BFT, la aireación fuerte y constante es vital para mantener el oxígeno disuelto en niveles altos para evitar la mortalidad de los organismos cultivados por hipoxia. Sin embargo, algunos estudios han demostrado que la acción de la aireación fuerte puede impactar negativamente el proceso de nitrificación en los bioflocs. Por otro lado, los niveles bajos de aireación pueden limitar la absorción de oxígeno y nutrientes por parte de los organismos presentes en la biopelícula.

En este artículo, presentamos los primeros resultados de experimentos realizados con diferentes intensidades de aireación (medidos por rotámetros) y su influencia en el proceso de nitrificación de biopelícula y biofloc en sistemas BFT. Los autores agradecen el apoyo financiero proporcionado por el Consejo Nacional para el Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq) y la Coordinación para la Mejora del Personal de Nivel Superior (CAPES). Wasielesky, W.J., y Poersch, L.H., son becarios de investigación del CNPq. Un agradecimiento especial a All Aqua Aeration, Trevisan Equipamentos Agroindustriais, Centro Oeste Rações S.A. (GUABI) y AQUATEC por donar los inyectores de aire, las dietas experimentales y las postlarvas, respectivamente.

## Configuración del estudio

El experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de Cultivo de Camarón, Estación de Acuicultura Marina, Instituto de Oceanografía de la Universidad Federal de Rio Grande (FURG) en Rio Grande (RS), Brasil. La configuración experimental incluía 12 tanques de 800 litros en un invernadero. Los tanques se llenaron con agua de mar (30 ppt de salinidad), se cloraron a una concentración de 10 ppm de hipoclorito de sodio y luego se decloraron con ácido ascórbico y aireación constante. Para la formación de biopelículas, se utilizaron sustratos artificiales no flotantes (Needlona®), previamente madurados en un sistema de biofloc, en la proporción de superficie del 200 por ciento del área lateral del tanque. Estas unidades se fijaron a la parte superior de los tanques y se mantuvieron sumergidas durante todo el período experimental.

El diseño experimental consistió en dos ensayos por triplicado. En el primer estudio, analizamos la eficiencia de diferentes caudales en el proceso de nitrificación solo en biopelículas, para verificar si la tasa de flujo afecta la acción de las bacterias oxidantes de amonio (AOB) y las bacterias oxidantes de nitritos (NOB, vea la imagen a continuación).



Izquierda: Ejemplo de bacterias NOB (*Nitrospira*) identificadas por hibridación fluorescente in situ (FISH) que están presentes en Biofilm 1000X. Foto de Mariana Holanda. Derecha: Ejemplo de muestra de biofloc identificada por Microscopia Epifluorescente 1000X. Foto de Ana Paula Morais.

Para mantener el amoníaco en la concentración inicial de 7,0 mg/L, se añadió cloruro de amonio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) según fue necesario. El estudio duró 10 días y recibió los siguientes tratamientos: T1 (sin aireación); T2 (caudal de 7,5 L/minuto); T3 (caudal 33.75 L/minuto); y T4 (caudal de 75 L/minuto). Para asegurar el caudal de aire exacto en todos los tratamientos, se acopló un rotámetro comercial (Tecnofluid® TRP-255-H-7 1 POL NPT) al sistema de aireación.



Izquierda: vista de la unidad experimental con rotámetro acoplado (derecha); rotámetro utilizado para controlar la intensidad de la aireación (izquierda).

Utilizando el mejor resultado del primer ensayo, se diseñó un segundo ensayo que incluyó tratamientos con biopelícula y biofloc. Se aplicó un caudal de 33,75 L/minuto a los siguientes tratamientos: T1 (agua clara + biopelícula y control de caudal); T2 (Biofloc + biopelícula y control de caudal) y T3 (Biofloc sin control de caudal). El sustrato para biopelículas (Needlona®) se agregó como se describe en el primer ensayo.

Se sembraron juveniles de camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) que pesaban ~ 7.89 gramos a una densidad de 500 animales por metro cúbico en cada tratamiento y este ensayo duró 47 días.

La formación de biofloc (T2 y T3) se promovió mediante la adición de melaza de caña de azúcar como fuente de carbono orgánico para mantener una relación C: N de 15: 1. Se determinaron los niveles de nitrógeno amónico total (TAN) y nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) cada día, y para el nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) una vez a la semana. Las imágenes de bacterias nitrificantes se obtuvieron mediante la técnica de hibridación in situ fluorescente (FISH).

## Resultados de la prueba 1

Las concentraciones de amoníaco de los tratamientos T1 (sin aireación), T2 (velocidad de flujo de 7.5 L/minuto) y T4 (velocidad de flujo de 75 L/minuto) no tuvieron diferencias estadísticamente significativas al final del ensayo. Sin embargo, el tratamiento T3 (tasa de flujo de 33.75 L/minuto) tuvo valores medios más bajos de TAN. La concentración de nitrito del tratamiento T1 (sin aireación) tuvo valores más altos, lo que indica un retraso en el proceso de nitrificación en este tratamiento, mientras que, por otro lado, los tratamientos que tuvieron tasas de flujo controladas (como T2 y T4) tuvieron valores similares durante todo el estudio. No se observaron diferencias para el nitrato entre los tratamientos (Tabla 1).

TABLA 1

## Resultados de la prueba 2

Los resultados para los compuestos de nitrógeno del segundo ensayo se presentan en la Tabla 2. Las concentraciones de amoníaco total y nitrito fueron estadísticamente diferentes entre los tratamientos. Los tratamientos T1 (agua clara + biopelícula y control de velocidad de flujo) y T2 (biofloc + biopelícula y control de velocidad de flujo) tuvieron concentraciones más bajas que el tratamiento T3 (biofloc sin control de velocidad de flujo). La concentración de nitrito en los tratamientos T1 y T2 fue menor (estadísticamente diferente) que para el tratamiento T3, y la concentración de nitrato no mostró una diferencia significativa en los tres tratamientos, aunque el tratamiento con biopelícula y biofloc (T2) tuvo los valores más grandes.

El rendimiento de los compuestos de nitrógeno (principalmente amoníaco y nitrito) indica que los tratamientos con la presencia de biopelícula fueron más eficientes, ya que una comunidad de bacterias nitrificantes ya estaba presente en el sustrato.

TABLA 2

La presencia de biopelículas en los tratamientos T1 y T2 dio como resultado una menor concentración de amoníaco y nitrito, lo que demuestra que la comunidad microbiana presente en los sustratos fue eficaz para mantener la calidad del agua en esos tratamientos. Por otro lado, el tratamiento sin sustrato (T3) tuvo valores altos de amoníaco y nitrito que excedieron los límites recomendados para *L. vannamei*, lo que obligó a un intercambio de agua para mantener los niveles de calidad del agua dentro de los límites aceptables para esta especie. Por lo tanto, llegamos a la conclusión de que el uso de sustratos verticales fue eficaz para controlar los niveles de compuestos de nitrógeno presentes en el sistema experimental en nuestro estudio.



Vistas de los sustratos verticales y biopelículas.

## Perspectivas

Los resultados de nuestro estudio confirman la importancia de la biopelícula en los sistemas BFT, pero también indican que es necesario profundizar el análisis de la aireación para comprender mejor la dinámica de las bacterias nitrificantes en la biopelícula y el biofloc en los sistemas BFT.

## Authors

---



**ANA PAULA MARIANE DE MORAIS, B.S.**

Laboratório de Fitoplâncton e Microorganismos Marinhos  
Instituto de Oceanografia  
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)  
Rio Grande (RS), 96201-900, Brasil



**PAULO CESAR ABREU, PH.D.**

Laboratório de Fitoplâncton e Microorganismos Marinhos  
Instituto de Oceanografia  
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)  
Rio Grande (RS), 96201-900, Brasil

**WILSON WASIELESKY JR., PH.D.**

Laboratório de Carcinocultura  
Instituto de Oceanografia  
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)  
Rio Grande (RS), 96201-900, Brasil

**DARIANO KRUMMENAUER, PH.D.**

Laboratório de Fitoplâncton e Microorganismos Marinho  
Instituto de Oceanografia  
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)  
Rio Grande (RS), 96201-900, Brasil  
[darianok@gmail.com](mailto:darianok@gmail.com) (<mailto:darianok@gmail.com>).

Copyright © 2016–2019  
Global Aquaculture Alliance