

## Resumen

La mayoría de la literatura que estudia el Biofloc se basa en las poblaciones bacterianas que hacen posible la nitrificación, aunque existe una gran biodiversidad donde están implicados organismos eucariotas. En este estudio se ha madurado Biofloc desde agua clara en tanques de 90L con *Peaenus vannamei* utilizando diferentes estrategias de adición de carbono. Se estudió el efecto de las tres fuentes de carbono sobre la calidad de agua y su relación con la población eucariota durante el proceso de maduración del biofloc. No se observaron diferencias significativas entre los 3 grupos en parámetros relativos a la calidad de agua, presentando picos de amonio y nitritos en momentos e intensidad similares. En la población eucariota se observaron diferencias entre las semanas 2 y 5 del experimento. Se asociaron diferentes organismos eucariotas al momento de máxima concentración de amonio y de máxima concentración de nitrito, sin embargo, la diversidad observada terminó convergiendo una vez el Biofloc terminó de madurar.

## Palabras clave

Biofloc, fuente de carbono, nitrificación, *Penaeus vannamei*

## Introducción

Con el objetivo de poder alimentar de manera sostenible a una población en constante aumento, se han desarrollado nuevos métodos de producción animal, como la tecnología del Biofloc (BFT). Este sistema de producción permite producir ciertos animales de manera intensiva con un mínimo uso de agua. Se basa en la convivencia de los animales con bacterias heterótrofas y nitrificantes, que transforman compuestos químicos nitrogenados tóxicos en formas mínimamente tóxicas. Este sistema, además de reducir el gasto de agua y mantener una buena calidad de esta, permite utilizar tasas de alimentación más bajas (ya que los agregados bacterianos son fuente de alimento) y son una barrera de entrada ante posibles patógenos. En los sistemas de biofloc también existe una población de microorganismos eucariotas, menos estudiados, pero con una importancia considerable dentro del propio ecosistema. Los organismos eucariotas son fuente de alimento para las especies cultivadas e influyen en la dinámica del nitrógeno, actuando como biorremediadores del agua ya que transforman nutrientes provenientes de los residuos de alimentos sin consumir y excrementos de animales (Ray et al., 2010). En este estudio se ha analizado la evolución de la calidad de agua y la comunidad eucariota en el desarrollo de un Biofloc totalmente inmaduro, siendo la única variable la estrategia de adición de la fuente de carbono.

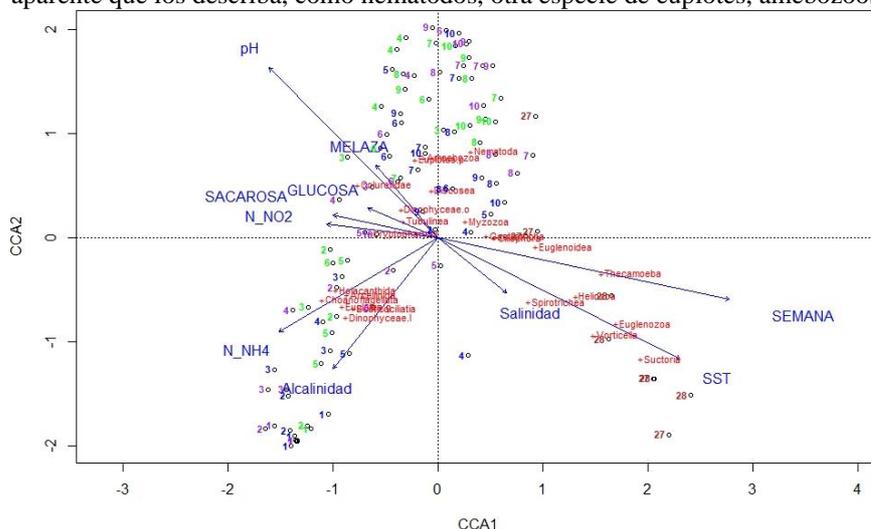
## Material y Métodos

Se realizó un experimento con langostinos *P. vannamei* en tanques con agua desinfectada con el propósito de madurar un Biofloc desde cero y observar diferencias en la calidad de agua y en la población eucariota, dependiendo de la estrategia de adición de la fuente de carbono. Las tres estrategias de adición de carbono fueron: (i) adición inicial de un polímero de lenta liberación (poli- $\beta$ -hidroxibutírico) y corrección puntual con monosacárido (glucosa), (ii) adición puntual con una mezcla de azúcares simples y complejos (melaza de caña de azúcar) y (iii) un inóculo inicial de levadura de cerveza (aporte de nitrógeno y carbono) y corrección puntual con disacárido (sacarosa). La adición de la fuente de carbono se estableció cuando el valor de nitrógeno de amonio superase 1mg/L. Se realizaron 3 réplicas para cada grupo experimental, en tanques de 70L y 0,13 m<sup>2</sup> de superficie con 3 langostinos por tanque con un peso inicial de 6 $\pm$ 0,1g. Para el recuento de organismos eucariotas se recogieron muestras de agua de forma semanal y se fijaron con lugol al 5%. Se pusieron en cámaras de sedimentación durante 4,5 horas con el método Utermöhl (1958). Tras la sedimentación, se realizó el recuento de las muestras mediante la observación de 10 campos al azar de cada muestra con objetivo 63X y 5 campos al azar con objetivo 20X en microscopio invertido LEICA DM IL. Para comparar las muestras con un Biofloc totalmente maduro se tomaron muestras de tanques de otro experimento que había empezado 27 semanas antes.

## Resultados y Discusión

La calidad de agua se mantuvo correcta para los valores diarios de temperatura y oxígeno disuelto. Cuando los valores de salinidad, pH o alcalinidad superaron los límites establecidos, se corrigieron con agua dulce, hidróxido de calcio y bicarbonato sódico, respectivamente. En los valores de amonio se aprecian tendencias claras en las primeras etapas de la maduración del Biofloc, durante las primeras 4 semanas, alcanzando

valores máximos de 1,52 (i), 1,07 (ii) y 1,73 (iii) mg N<sub>NH4</sub>/L. Tras cuatro semanas, los valores de amonio se establecieron y comenzó una subida de los valores de nitrato en los tanques, alcanzando 5,43 (i), 4,34 (ii) y 6,01 (iii) mg N<sub>NO2</sub>/L. Durante el proceso de maduración del Biofloc no se observaron diferencias significativas entre los grupos, a pesar de tener los mejores resultados en el grupo melaza (ii) y los peores en el grupo glucosa (i). La cantidad de organismos eucariotas presentó similitudes al inicio y al final del experimento, concentrándose las diferencias entre la segunda y la quinta semana. Las diferencias podrían explicarse por la afinidad de los microorganismos con la fuente de carbono o su capacidad de adaptación a los niveles de nitrógeno a lo largo del tiempo. Pasadas las cinco primeras semanas, con el Biofloc maduro, se produjo una convergencia de la población eucariota. En el análisis de correspondencias canónicas (Figura 1) se identifican cuatro grandes grupos de organismos con similitudes significativas. El primer grupo, con organismos asociados a los picos de concentración de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> como holacanthida, coanoflagelados, amebas arcillas, euplotes, scuticociliados y dinofíceas. El segundo de los grupos, con organismos asociados al nivel de sólidos disueltos, como suctores, vorticelas, euglenozoos, heliozoos y espirotricos. El tercer grupo lo conforman organismos asociados a las semanas de estudio, como eugleonideas, tecamebas, gastrotricos y ciliados. Por último, el cuarto grupo de organismos parecen estar relacionados entre sí, pero sin una variable aparente que los describa, como nematodos, otra especie de euplotes, amebozoos discosea y miozoos.



**Figura 1.** Diagrama del análisis de correspondencias canónicas. En las etiquetas de los diagramas los números de diferentes colores son las etiquetas de cada muestra, donde el número indica la semana, y el color depende del tratamiento, azul-glucosa, verde-melaza, morado-sacarosa, marrón-tanques maduros.

### Bibliografía

- Bagi, A., Poersch, L. H., & Ravagnan, E. 2023. A desktop study on biofloc technology. NORCE Climate and Environment. ISBN 978-82-8408-300-1
- Llario, F., Falco, S., Sebastiá-Frasquet, M.-T., Escrivá, J., Rodilla, M., & Poersch, L. H. (2019). The Role of *Bacillus amyloliquefaciens* on *Litopenaeus vannamei* During the Maturation of a Biofloc System. *Journal of Marine Science and Engineering*, 7(7), 228. <https://doi.org/10.3390/jmse7070228>
- Ray, A. J., Seaborn, G., Leffler, J. W., Wilde, S. B., Lawson, A., & Browdy, C. L. (2010). Characterization of microbial communities in minimal-exchange, intensive aquaculture systems and the effects of suspended solids management. *Aquaculture*, 310(1–2), 130–138. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.10.019>

### Agradecimientos

El estudio fue financiado por el Proyecto de investigación: “Optimizing shrimp feeding and nutrition in biofloc system (BioFlango)” (PID2020-114574RB-C21). El contrato de S. Ferrando-Juan fue financiado por el programa de Formación de Personal de Investigación (FPI) del MICIN (PRE2021-098367), mientras que el contrato de J. Gómez-Aguilera fue financiado por la European Union Next Generation-Plan de la Conselleria d’innovació, Universitats, Ciència i Societat Digital of Generalitat Valenciana (INVEST/2022/434).

### Correo del Autor

jgomagu@posgrado.upv.es