

## D. Cultivo de Algas, Moluscos y Crustáceos

### Trabajo Científico

Se investigaron los efectos de la inclusión de *Chlorella sp.* y su comparación con probióticos comerciales en la producción de *P. vannamei* en sistemas de biofloc en un primer ensayo (30 días) a una densidad de 150 animales/m<sup>2</sup> y en tanques de 0.2 m<sup>3</sup>. A continuación, los mismos grupos experimentales se ensayaron a una densidad mayor (205 animales/m<sup>2</sup>) y a mayor escala (1 m<sup>3</sup>) durante un periodo de 60 días. Los resultados de clorofila mostraron un crecimiento y mantenimiento de la comunidad de fitoplancton y de *Chlorella sp.* Se observó una acumulación significativa mayor de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> y PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> en los grupos sin microalgas. En el segundo ensayo, la supervivencia y biomasa final fueron menores en los grupos con microalgas, posiblemente debido a la aparición de cianobacterias por las altas concentraciones iniciales de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> y PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>. Estos hallazgos sugieren que es posible mantener una población de microalgas estable en un ambiente de biofloc, pero es necesario desarrollar una estrategia de inoculación de microalgas con menor concentración de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> y PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>.

### Palabras clave

Microalgas, biofloc, *Chlorella*, *Penaeus vannamei*

### Introducción

La tecnología de Biofloc (BFT) ha surgido como una alternativa sostenible para la producción acuícola (Ahmad *et al.*, 2017). Sin embargo, el BFT se enfrenta a desafíos como la acumulación de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> y PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, lo que estimula el crecimiento de algas nocivas y afecta la supervivencia de las especies producidas (Dong *et al.*, 2022). Para abordar esto, se ha investigado la inclusión de microalgas y probióticos bacterianos en BFT. Específicamente, se ha estudiado la inclusión de microalgas, como *Chlorella vulgaris*, por su capacidad para mejorar la calidad del biofloc, aumentar la biodiversidad y proporcionar nutrientes esenciales (Ekasari *et al.*, 2021). El presente trabajo busca investigar los efectos de la inclusión y modulación del crecimiento de *Chlorella sp.* en la producción de *P. vannamei* en BFT, así como compararlo con probióticos comerciales

### Material y Métodos

M	MP	P	C
Biofloc+ <i>Chlorella sp.</i>	Biofloc+ <i>Chlorella sp.</i> + Probiótico	Biofloc + Probiótico	Biofloc
Fotoperiodo 12:12		Fotoperiodo 0:24	
Ensayo 1		Ensayo 2	
200 litros*	150 animales/m <sup>2</sup> **	1 m <sup>3</sup> *	205 animales/m <sup>2</sup> **
32 días***		60 días***	

Figura 1: Diseño experimental. Probiótico comercial (*Sanolife PRO-W* (*Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis*; 1g/m<sup>3</sup> per week). \*volumen del tanque, \*\* densidad de siembra de *P. vannamei*, \*\*\* duración del ensayo.

36.0% proteína bruta y 7% grasa bruta. Los valores de salinidad, temperatura, alcalinidad, pH y TSS se mantuvieron estables en todos los tanques. Los parámetros del agua se monitorearon diariamente con el equipo multiparamétrico HANNA HI19829. Los valores de TAN, N- NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> y TSS < 500 mg/L se midieron dos veces por semana. La población de microalgas se cuantificó mediante extracción de clorofila total y espectrofotometría (DLAB SP-UV1100). Se midieron los siguientes parámetros productivos: supervivencia, ganancia de peso, tasa de conversión de alimento, índice de conversión y tasa de crecimiento específico. Los resultados del estudio se analizaron utilizando ANOVA unifactorial y multifactorial (p < 0.05) con el software Statgraphics 19.

Se llevaron a cabo dos pruebas con los mismo grupos experimentales pero diferentes condiciones: ensayo I (E1) y ensayo II (E2). (Figura 1)

En el E1, los grupos M y MP se iluminaron con un tubo LED de 6000-8000 K en tanques de 0.2 m<sup>3</sup>. Para E2 se colocaron 2 luces LED de en el fondo y 1 sobre la superficie horizontal del agua de la misma potencia.

Los animales se alimentaron dos veces al día con un pienso comercial (Le Gouguessant Aquaculture, France) con

## Resultados y Discusión

Tabla 1 Concentración media de clorofilas en E1 y E2 Letras diferentes en las filas indican diferencias estadísticas entre tratamientos.

	Ch mg/l	
	E1	
<b>M1</b>	0.130 ±	0.010 <sup>a</sup>
<b>MP1</b>	0.123 ±	0.087 <sup>a</sup>
<b>P1</b>	0.027 ±	0.023 <sup>b</sup>
<b>C1</b>	0.025 ±	0.026 <sup>b</sup>
	E2	
<b>M2</b>	0.198 ±	0.023 <sup>a</sup>
<b>MP2</b>	0.203 ±	0.030 <sup>a</sup>
<b>P2</b>	0.039 ±	0.002 <sup>b</sup>
<b>C2</b>	0.031 ±	0.013 <sup>b</sup>

El ANOVA multifactorial indica para ambos ensayos diferencias significativas  $p < 0.005$  entre los tratamientos con respecto a la concentración de clorofila. Además, como se muestra en la **Tabla 1** se observan diferencias significativas en la concentración de clorofila entre los tratamientos con y sin microalgas. No se encontraron diferencias en los parámetros de crecimiento de los langostinos para los diferentes tratamientos en E1. En el E2, solo se dieron diferencias en los parámetros de supervivencia y biomasa final, siendo menores en los grupos M2 (21,3±4,1 y 440,4±91,0) y MP2 (26,6±12,4 y 579,4±238,7) que en el C2(65,8±6,3 y 1123,4±694,7). El grupo P2 (42,3±4,46 y 919,8±156,9) no presentó diferencias con el resto de los tratamientos. Estas diferencias en la supervivencia pueden deberse a la aparición de cianobacterias por la alta concentración de nitratos y fosfatos en los tratamientos M2y MP2, como explica Dong *et al.*, (2022) en su trabajo.

Los resultados de calidad del agua en el E1 mostraron niveles no tóxicos de  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{PO}_4^{3-}$ . La concentración de N- $\text{NO}_3^-$  fue similar en todos los grupos al inicio, pero comenzó a acumularse significativamente más en los grupos P1 (84.44±7.46 mg/L y C1 (77.83±3.95 mg/L) respecto a los grupos M1 (46.63±5.05 mg/L) y MP1(46.63±5.05 mg/L) a partir del día 14. Los resultados de calidad del agua en el E2 mostraron niveles no tóxicos de

$\text{NH}_4^+$  y  $\text{NO}_2^-$ . En los tratamientos M2 y MP2, la concentración de  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{PO}_4^{3-}$  iniciales fue alta, debido al residuo que queda tras la dosificación del nutriente utilizado para el cultivo de la microalga. De hecho, como se puede apreciar en la **Tabla 2**, existen diferencias significativas en la concentración media con los grupos P2 y C2. En cambio, se observó una velocidad de acumulación diferente de ambos parámetros entre tratamientos. La Tabla 2 muestra un mayor incremento para los tratamientos sin microalga.

Tabla 2: Concentración media (mg/L) de nitratos y fosfatos (arriba). Incremento de concentración (mg/L) de nitratos y fosfatos (Concentración final- concentración inicial (abajo). Letras diferentes en columnas indican diferencias estadísticas entre

	M2	MP2	P2	C2
<b>N-<math>\text{NO}_3^-</math></b>	286,49±1,56 <sup>a</sup>	276,04±58,17 <sup>a</sup>	181,32±13,12 <sup>b</sup>	180,09±11,24 <sup>a</sup>
<b><math>\text{PO}_4^{3-}</math></b>	20,84±2,63 <sup>a</sup>	21,19±0,14 <sup>b</sup>	12,89±2,08 <sup>c</sup>	13,99±0,70 <sup>c</sup>
<b>Δ [ N-<math>\text{NO}_3^-</math>]</b>	16,64±31,58 <sup>a</sup>	-1,05±17,04 <sup>a</sup>	179,68±77,32 <sup>b</sup>	179,53±105,11 <sup>b</sup>
<b>Δ [ <math>\text{PO}_4^{3-}</math>]</b>	-16,87±2,51 <sup>a</sup>	-17,53±3,99 <sup>a</sup>	8,83±9,31 <sup>b</sup>	8,30±2,94 <sup>b</sup>

## Bibliografía

Ahmad, I., Babitha Rani, A. M., Verma, A. K., & Maqsood, M. (2017). Biofloc technology: an emerging avenue in aquatic animal healthcare and nutrition. *Aquaculture International*, 25, 1215 - 1226.

Dong, S., Li, Y., Huang, F., Lin, L., Li, Z., Li, J. Zheng, Y. (2022). Enhancing effect of *Platymonas* addition on water quality, microbial community diversity and shrimp performance in biofloc-based tanks for *Penaeus vannamei* nursery. *Aquaculture*, 554, 738057.

Ekasari, J., Crab, R., & Verstraete, W. (2010). Primary nutritional content of bio-flocs cultured with different organic carbon sources and salinity. *HAYATI Journal of Biosciences*, 17(3), 125-130

## Agradecimientos

Este trabajo y el contrato de investigación de T. Cascales fueron apoyados por el Plan Next Generation de la Unión Europea para la Recuperación, el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España (TED2021-129272B-C21) y la Conselleria d'innovació, Universitats, Ciència i Societat Digital de la Generalitat Valenciana (INVEST/2022/434), respectivamente

Correo del Autor: [tatianaaquaculture@gmail.com](mailto:tatianaaquaculture@gmail.com).