

## D. Cultivo de Algas, Moluscos y Crustáceos

### Abstract (Resumen)

El objetivo del presente estudio fue optimizar la tasa de alimentación proteica para la alimentación de langostinos en biofloc. Se llevaron a cabo dos pruebas. En una primera fase (peso de  $0,57 \pm 0,008$  hasta  $4,4 \pm 0,21$ g), se probaron 5 niveles de proteína (30, 34, 38, 42 y 46%) y tres regímenes de alimentación: 100, 85 y 70% en tanques de 90L (n=3). Tras finalizar la primera fase, los niveles proteicos y régimen de alimentación más óptimos de la primera fase (34, 38 y 42%; 70 % régimen), se ensayaron en una segunda fase de  $7 \pm 0,19$ g hasta  $15,47 \pm 0,42$ g en tanques de  $3,3 \text{ m}^3$  (n=3). En la primera fase, el crecimiento y supervivencia no se vieron afectados por la reducción del régimen al 70%, pero se observaron mejores resultados en los piensos más proteicos (42-46%). Ya en la segunda fase, no hubo diferencias significativas entre los grupos experimentales, por lo que un pienso con un 34% de contenido proteico y un régimen del 70% proporcionó un crecimiento óptimo de 5g hasta 15g.

### Introducción

La producción de langostino patiblanco (*Penaeus vannamei*) lidera el sector acuícola mundial con una producción de 4.966 mil T producidas en 2020 con un valor comercial de 28.782 millones de U\$. La dieta de *P. vannamei* requiere entre un 30 y 50% de proteína bruta (PB), pero para su producción bajo la tecnología del biofloc (TBF), es importante tener en cuenta los nutrientes suplementarios aportados por esta biomasa bacteriana que puede aprovecharse *in situ* (Panigrahi *et al.*, 2019). Por otro lado, la alimentación a escala comercial de los langostinos se realiza de forma restringida mediante tablas de alimentación convencionales considerando el peso y la temperatura, pero sin tener en cuenta la productividad del BF, pudiendo ocasionar sobre- o subalimentación, que, a la larga, podría tener consecuencias adversas. Por todo ello, el objetivo del presente estudio fue optimizar la tasa de alimentación proteica en diferentes regímenes de alimentación.

### Material y Métodos

El presente estudio, se dividió de dos fases experimentales según el peso de los langostinos: **Fase 1**, desde 0,5 hasta 5 g, donde se probaron cinco niveles de proteína bruta (PB) en pienso: 30, 34, 38, 42 y 46% y tres regímenes de alimentación: 100, 85 y 70% tomando como referencia la tasa de alimentación diaria propuesta por Kureshy y Davis (2002). **Fase 2**, desde 5 hasta 15 g, al régimen y los tres niveles de PB que mejores rendimientos productivos proporcionaron en fase 1: 34, 38 y 42% al 70% de alimentación. Los piensos se elaboraron ajustando los niveles de lípidos de la dieta al 10% (Panigrahi *et al.*, 2019), variando los carbohidratos para ajustar los niveles de proteína de cada dieta experimental. En ambas fases los animales se alimentaron manualmente tres veces al día. La densidad de trabajo fue de 350 camarones/m<sup>2</sup> (producción superintensiva). Los parámetros fisicoquímicos del agua durante el experimento fueron monitorizados diariamente por el equipo multiparamétrico HANNA, Modelo HI19829: salinidad  $21 \pm 0,15$  g/L, temperatura 28 °C, pH 7,5-8,5, O<sub>2</sub> >5 mg/L, y alcalinidad >150 mg/L. Los valores de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, y PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> se midieron semanalmente con espectrofotómetro (Hanna Instruments). Los sólidos suspendidos totales (SST) se determinaron siguiendo el protocolo de Strickland y Parsons (1972). Para evaluar tanto la supervivencia como el crecimiento, se realizaron muestreos semanas de control de aumento de peso, así como del número de animales (Kuhn *et al.*, 2010).

### Resultados y Discusión

En ambas fases, los parámetros de calidad del agua se comportaron según lo esperado dentro de los valores preestablecidos para la producción de camarón (Van Wyk *et al.*, 1999). En la fase 1, por un lado, no hubo diferencias entre los regímenes de alimentación, pudiendo reducirse un 30% en concordancia con lo descrito por Yun *et al.*, (2016). Por otro lado, cuando los resultados se analizaron en base a los niveles de proteína, los piensos con mayor contenido de PB (42 y 46%) alcanzaron los pesos finales más elevados ( $5,5 \pm 0,3$ ,  $4,4 \pm 0,6$  y  $4,7 \pm 0,2$ ; Tabla 1), en concordancia con previos estudios (Correira *et al.*, 2014), donde el mayor crecimiento se obtuvo con niveles de PB en pienso del 40%. Sin embargo, dado que las necesidades proteicas en camarones de más de 5 g son menores (Jatobá *et al.*, 2014), en la fase 2 se probaron niveles proteicos desde 34 a 42% al 70% de la alimentación descrita por Kureshy y Davis (2002). En esta segunda fase, no hubo diferencias entre los niveles proteicos (Tabla 1), por lo que a diferencia de los resultados obtenidos en la fase 1, un menor nivel proteico en el pienso no supuso un decremento en el crecimiento. Además, en ambas fases, los piensos con un mayor porcentaje de proteína obtuvieron una tasa de ingesta proteica (TIP) significativamente mayor (Tabla 1). Sin embargo, en la fase 2 puede observarse que pese a ingerir más proteína estos animales no obtuvieron un mejor crecimiento por lo que los resultados obtenidos se ven reforzados.

Por tanto, podemos concluir que en *P.vannamei*, el régimen de alimentación puede reducirse un 30% sin comprometer el crecimiento y/o supervivencia. Por otro lado, hasta 5g el nivel proteico en pienso puede reducirse hasta el 38%, mientras que en pesos mayores hasta un 34%.

**Tabla 1.** Rendimiento de crecimiento de *P.vannamei* alimentado con diferentes dietas de contenido proteico y tasas de alimentación. Las letras representan diferencias significativas entre dietas o tasas de alimentación. Tasa de crecimiento instantáneo (TCI), Tasa de alimentación diaria (TAD) y Índice de conversión del alimento (ICA) y Coeficiente de eficacia de crecimiento (CEC)

			Peso final (g)	TCI (%/día)	TAD (g/100g biomasa día)	ICA	TIP	CEC
FASE 1	PB	30	3,9 ± 0,2 <sup>b</sup>	2,9 ± 0,1 <sup>b</sup>	5,4 ± 0,02	2,8 ± 0,05	1,9 ± 0,1 <sup>b</sup>	1,04 ± 0,07
		34	3,5 ± 0,6 <sup>b</sup>	2,9 ± 0,2 <sup>b</sup>	5,1 ± 0,2	1,8 ± 0,8	1,9 ± 0,2 <sup>b</sup>	1,1 ± 0,2
		38	4,4 ± 0,6 <sup>ab</sup>	3,1 ± 0,1 <sup>ab</sup>	5,2 ± 0,2	2,1 ± 0,6	1,8 ± 0,2 <sup>b</sup>	1,1 ± 0,07
		42	4,7 ± 0,2 <sup>a</sup>	3,1 ± 0,1 <sup>ab</sup>	5,4 ± 0,02	2,7 ± 0,05	2,5 ± 0,1 <sup>a</sup>	0,8 ± 0,04
		46	5,5 ± 0,3 <sup>a</sup>	3,3 ± 0,1 <sup>a</sup>	5,5 ± 0,02	2,6 ± 0,03	2,6 ± 0,1 <sup>a</sup>	0,8 ± 0,04
	%TAD	70	3,8 ± 0,4	3 ± 0,1	5,2 ± 0,1	2 ± 0,5	2,1 ± 0,1	1,1 ± 0,1
		85	4,7 ± 0,4	3,2 ± 0,1	5,3 ± 0,1	2,4 ± 0,3	2,3 ± 0,1	0,9 ± 0,08
		100	4,8 ± 0,2	3 ± 0,1	5,4 ± 0,02	2,8 ± 0,04	2,2 ± 0,1	0,9 ± 0,04
FASE 2	PB	34	16,1 ± 0,9	1,4 ± 0,1	1,8 ± 0,1	1,5 ± 0,04	0,6 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,6 ± 0,02
		38	15,3 ± 0,8	1,2 ± 0,1	1,7 ± 0,1	1,8 ± 0,2	0,6 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,6 ± 0,08
		42	14,9 ± 0,6	1,3 ± 0,04	1,9 ± 0,1	1,6 ± 0,2	0,8 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,6 ± 0,06

### Palabras clave

Nutrición del camarón, proteína bruta, régimen de alimentación y biofloc.

### Bibliografía

Correia, E. S., Wilkenfeld, J. S., Morris, T. C., Wei, L., Prangnell, D. I., & Samocha, T. M. 2014. Intensive nursery production of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* using two commercial feeds with high and low protein content in a biofloc-dominated system. *Aquacultural Engineering*, 59, 48-54.

Jatobá, A., da Silva, B. C., da Silva, J. S., do Nascimento Vieira, F., Mouriño, J. L. P., Seiffert, W. Q., & Toledo, T. M. (2014). Protein levels for *Litopenaeus vannamei* in semi-intensive and biofloc systems. *Aquaculture*, 432, 365-371.

Kuhn, D. D., Boardman, G. D., Lawrence, A. L., Marsh, L., Flick Jr, G. J. 2009. Microbial floc meal as a replacement ingredient for fish meal and soybean protein in shrimp feed. *Aquaculture*. 296: 51-57.

Kureshy, N., & Davis, D. A. 2002. Protein requirement for maintenance and maximum weight gain for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 204, 125-143.

Panigrahi, A., Sundaram, M., Saranya, C., Swain, S., Dash, R. R., Dayal, J. S. 2019. Carbohydrate sources differentially influence growth performances, microbial dynamics and immunomodulation in Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) under biofloc system. *Fish & shellfish immunology*, 86, 1207-1216.

Van Wyk, P., Davis-Hodgkins, M., Laramore, R., Main, K. L., Mountain, J., & Scarpa, J. (1999). *Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems* (Vol. 7, pp. 125-140). Florida: Harbor Branch Oceanographic Institution.

Yun, H., Shahkar, E., Katya, K., Jang, I. K., Kim, S. K., & Bai, S. C. (2016). Effects of bioflocs on dietary protein requirement in juvenile whiteleg shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture research*, 47(10), 3203-3214.

### Agradecimientos

Proyecto de Investigación I+D+i: "Optimización de la alimentación y nutrición del camarón en sistema biofloc (BioFlango)" (PID2020-114574RB-C21), y Beca FPI(PRE2021-098367); MCIN/AEI/10.13039/501100011033/. El contrato de Y. Candela y J. Aguilera-Gómez fue financiado por la European Union Next Generation-Plan of Conselleria d'innovació, Universitats, Ciència i Societat Digital of Generalitat Valenciana (INVEST/2022/434).

Correo del Autor: [sferjua@doctor.upv.es](mailto:sferjua@doctor.upv.es)