








# Efecto de diferentes densidades de siembra sobre el desempeño productivo de alevines de chame (*Dormitator latifrons*) cultivados en sistema Biofloc.

Gina Verónica Gamarra Jimenez <sup>1</sup>  Mercedes Annabel Mendoza Carranza <sup>1</sup>  Melanie Alexandra Casanova Erazo <sup>1</sup>  Eduardo Leonel Palma González <sup>1</sup>  Mishel Estefania Méndez Segovia  Daniel Mendoza Carranza  <sup>1</sup> Mariuxi Fernanda Cevallos Chevez  <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Facultad de Posgrado, Quevedo, Ecuador.

✉ Correspondencia: ina-gamarra@outlook.com  + 593 99 309 0680

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj92333>

**Resumen:** La tecnología Biofloc se ha consolidado como una alternativa sostenible y eficiente para la acuicultura intensiva, al reducir el recambio de agua, optimizar el aprovechamiento de nutrientes y mejorar la eficiencia productiva. Evaluar el efecto de diferentes densidades de siembra sobre el crecimiento y la eficiencia productiva de alevines de chame (*Dormitator latifrons*) cultivados en sistema Biofloc. El estudio se desarrolló en el campus "La María" de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, mediante un diseño completamente al azar con tres tratamientos: T1 (40 alevines/m<sup>2</sup>), T2 (60 alevines/m<sup>2</sup>) y T3 (80 alevines/m<sup>2</sup>), cada uno con cinco repeticiones. Cada siete días se registraron variables biométricas como peso, longitud y ancho, así como parámetros físico-químicos del agua: temperatura, pH, oxígeno disuelto, nitrógeno amoniacal total y sólidos en suspensión. Se calcularon indicadores productivos como tasa de crecimiento absoluto (TCA), tasa de crecimiento específico (TCE), conversión alimenticia (CA) y factor de condición (FC). Los resultados mostraron que el tratamiento T1 presentó los mejores valores en peso final (32.92 g) y factor de condición (2.15), mientras que T2 registró la mayor tasa de crecimiento específico (0.93%) y la mayor conversión alimenticia (4.20). Los parámetros físico-químicos del agua se mantuvieron dentro de rangos adecuados durante el ensayo. Se concluye que la densidad de 40 alevines/m<sup>2</sup> favoreció un mejor desempeño productivo de los alevines de chame en sistema Biofloc.

**Palabras clave:** Biofloc, densidad de siembra, *Dormitator latifrons*, crecimiento, conversión alimenticia.

Effect of different stocking densities on the productive performance of chame (*Dormitator latifrons*) fingerlings cultured in the Biofloc system

**Abstract:** Biofloc technology has established itself as a sustainable and efficient alternative for intensive aquaculture, by reducing water exchange, optimizing the use of nutrients and improving production efficiency. To evaluate the effect of different stocking densities on the growth and production efficiency of chame (*Dormitator latifrons*) fingerlings cultured in



**Cita:** Gamarra Jimenez, G. V., Mendoza Carranza, M. A., Casanova Erazo, M.A., Palma González, E. L., Méndez Segovia, M. E., Mendoza Carranza, D., & Cevallos Chevez, M. F. (2026). Efecto de diferentes densidades de siembra sobre el desempeño productivo de alevines de chame (*Dormitator latifrons*) cultivados en sistema Biofloc. *Green World Journal*, 09(02), 333. <https://doi.org/10.53313/gwj92333>

**Received:** 28/Abril/2026  
**Accepted:** 12/Mayo/2026  
**Published:** 14/Mayo/2026

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.  
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial  
[editor@greenworldjournal.com](mailto:editor@greenworldjournal.com)

**Editor's note:** CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2026 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license. Creative Commons Attribution (CC BY). <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

the Biofloc system. The study was developed at the "La María" campus of the State Technical University of Quevedo, through a completely randomized design with three treatments: T1 (40 fingerlings/m<sup>2</sup>), T2 (60 fingerlings/m<sup>2</sup>) and T3 (80 fingerlings/m<sup>2</sup>), each with five replications. Every seven days, biometric variables such as weight, length and width, as well as physical-chemical parameters of the water, were recorded: temperature, pH, dissolved oxygen, total ammonia nitrogen and suspended solids. Productive indicators such as absolute growth rate (ACER), specific growth rate (ER), feed conversion (CA) and condition factor (FC) were calculated. The results showed that the T1 treatment presented the best values in final weight (32.92 g) and condition factor (2.15), while T2 registered the highest specific growth rate (0.93%) and the highest feed conversion (4.20). The physicochemical parameters of the water were kept within adequate ranges during the test. It is concluded that the density of 40 fingerlings/m<sup>2</sup> favored a better productive performance of chame fingerlings in the Biofloc system.

**Keywords:** Biofloc, stocking density, *Dormitator latifrons*, growth, feed conversion

## 1. Introducción

Ecuador posee condiciones ambientales propicias para el desarrollo de la acuicultura, debido a su ubicación estratégica en la costa del Pacífico y a la diversidad de ecosistemas acuáticos aptos para la producción de especies nativas y comerciales. Entre estas especies, el chame (*Dormitator latifrons*) destaca por su capacidad de adaptación a diferentes ambientes, así como por su importancia nutricional y su potencial para sistemas de cultivo sostenibles (Vega-Villasante *et al.*, 2011; Martínez-Porchas y Martínez-Córdova, 2012).

En las últimas décadas, la acuicultura ha experimentado un crecimiento sostenido como respuesta al incremento de la demanda mundial de proteína de origen acuático. No obstante, los sistemas tradicionales de cultivo presentan limitaciones relacionadas con el alto consumo de agua, la acumulación de materia orgánica y la descarga de efluentes al medio ambiente, factores que afectan la sostenibilidad de la producción acuícola y generan impactos ambientales negativos (Mungkung y Gheewala, 2007; FAO, 2022).

Frente a estas limitaciones, la tecnología Biofloc (BFT) se ha consolidado como una alternativa eficiente y sostenible para sistemas de producción intensiva, ya que permite reciclar compuestos nitrogenados a través de la acción de microorganismos benéficos, reduciendo la necesidad de recambio de agua y mejorando la disponibilidad de nutrientes dentro del sistema de cultivo (Crab *et al.*, 2012; Avnimelech, 2015).

Dentro de los factores que influyen en la eficiencia de los sistemas Biofloc, la densidad de siembra constituye una variable crítica, debido a que influye directamente en la competencia por alimento, la disponibilidad de espacio, la calidad del agua y el desempeño productivo de los organismos cultivados. Durante la fase de alevinaje, estos factores son determinantes para garantizar el crecimiento y la supervivencia de los peces en sistemas intensivos (Naylor *et al.*, 2000; Hargreaves, 2013).

A pesar del potencial productivo del chame (*Dormitator latifrons*), la información científica sobre las densidades óptimas de cultivo de esta especie bajo tecnología Biofloc aún es limitada. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes densidades de siembra sobre el crecimiento de alevines de chame cultivados en un sistema Biofloc, con la finalidad de generar información técnica que contribuya al desarrollo de estrategias productivas más eficientes y sostenibles para el cultivo de esta especie nativa.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1. Diseño experimental y condiciones de cultivo

El presente estudio se caracterizó por ser una investigación de carácter experimental, manipulando variables (densidad de siembra) para obtener su incidencia sobre el crecimiento de alevines de chame (*Dormitator latifrons*) en tecnología biofloc.

## 2.2. Variables

Se utilizó un registro para el control de datos semanales de peso, longitud, altura y los parámetros físicos-químicos del agua (pH, temperatura, oxígeno, nitrógeno amoniacal total y sólidos en suspensión).

Para pesar los alevines de chame se empleó una balanza digital en la cual se colocaban individualmente y se determinó la longitud total con un ictiómetro de madera. La biometría se realizó cada 7 días.

Las variables de estudio determinaron lo siguiente:

- *Parámetros zootécnicos: (peso, longitud y ancho final)*
- *Indicadores de crecimiento: (Tasa de crecimiento absoluto, tasa de crecimiento específico, conversión de alimenticia y factor de condición)*
- *Parámetros del estudio del agua: (Oxígeno, pH, temperatura, sólidos suspendidos y Nitrógeno amoniacal total)*

## 2.3. Análisis estadístico

El análisis estadístico de los resultados se presentó como medias y desviación estándar (SD). Las pruebas de Kolmogorov – Smirnov ( $P < 0.05$ ) y Bartlett ( $P < 0.05$ ) fueron aplicados previo al análisis de varianza (ANOVA), se utilizó la prueba de rango múltiple de Tukey para comparar las diferencias entre las medias, en  $P < 0.05$ . Se aplicó el software libre *InfoStat*. Todos los datos porcentuales fueron transformados en arcoseno antes que los estadísticos.

## 3. Resultados

### 3.1. Parámetros zootécnicos de crecimiento

De acuerdo con el análisis de varianza en el (PI) peso inicial no se registraron diferencias estadísticas  $p > 0.05$ . En (PF) peso final tampoco se observaron diferencias estadísticas  $p > 0.05$ , los valores en PF o 56 días oscilaron en rangos de 32.20 a 32.92 g (Tabla 1). La tendencia observada en la **Figura 1** muestra un crecimiento progresivo en todos los tratamientos durante los 56 días de cultivo, registrándose la mayor ganancia de peso entre los días **49 y 56**, con un incremento promedio de **4.20 g**, lo que indica una fase de mayor aprovechamiento nutricional y adaptación al sistema Biofloc en la etapa final del ensayo.

**Tabla 1.** Peso promedio del efecto de la densidad sobre el crecimiento de alevines de chame.

Tratamientos	Densidad	Peso inicial (PI)			Peso final (PF)		
T1	40	10.52	± 1.36	a	32.92	± 1.36	a
T2	60	9.76	± 1.3	a	32.2	± 1.29	a
T3	80	10.24	± 1.23	a	32.72	± 1.28	a
CV		12.76			4.02		
F		2.19			2.01		
P- valor		0.119			0.1414		

Leyenda. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

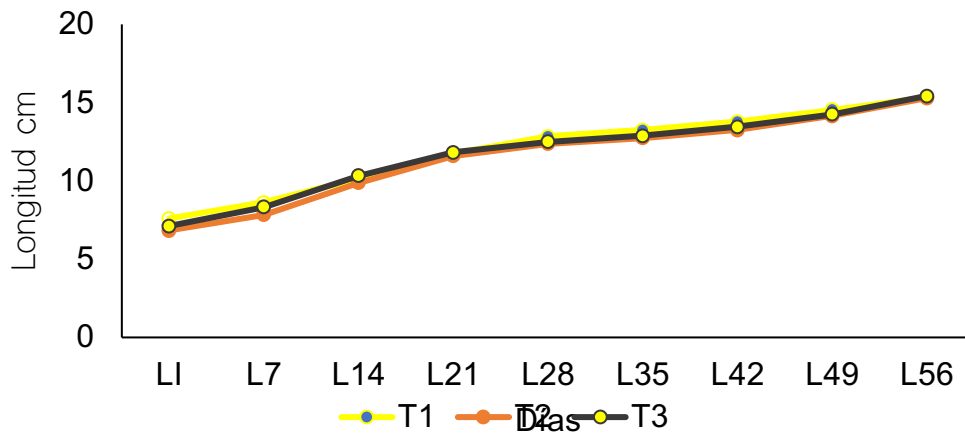


Figura 1. Longitud de alevines de chame ca da siete días.

En el ancho inicial no se reportaron diferencias estadísticas  $p > 0.05$  los valores promedios oscilaron entre 2.85 y 2.90 cm. En ancho final se mantuvo la tendencia anterior, el T1 presento el mayor promedio con 5.18 difiriendo para el T2 que obtuvo un valor promedio de 5.03 cm. La **Figura 2** confirma esta tendencia, evidenciando que el tratamiento con menor densidad presentó mejores resultados en el incremento del ancho corporal, posiblemente debido a una menor competencia por espacio y alimento.

Tabla 2. Ancho cm promedio del efecto de la densidad sobre el crecimiento de alevines de chame.

Tratamientos	Densidad	Ancho inicial (AI)			Ancho final (AF)		
T1	40	2.85	± 0.63	a	5.18	± 0.2	a
T2	60	2.85	± 0.42	a	5.03	± 0.2	b
T3	80	2.9	± 0.58	a	5.12	± 0.17	ab
CV		19.21			3.73		
F		0.07			3.61		
P- valor		0.928			0.0321		

Leyenda. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

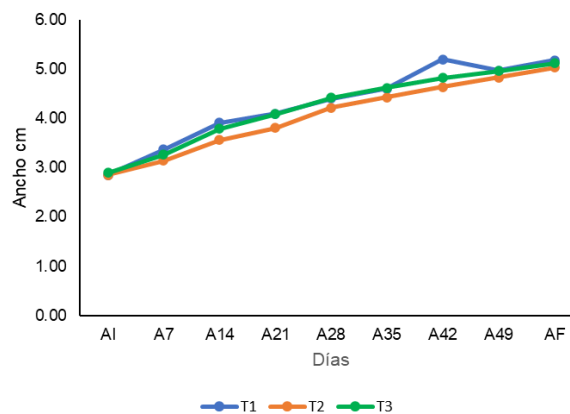


Figura 2. Ancho cm promedio del efecto de tres densidades sobre el crecimiento de alevines de chame

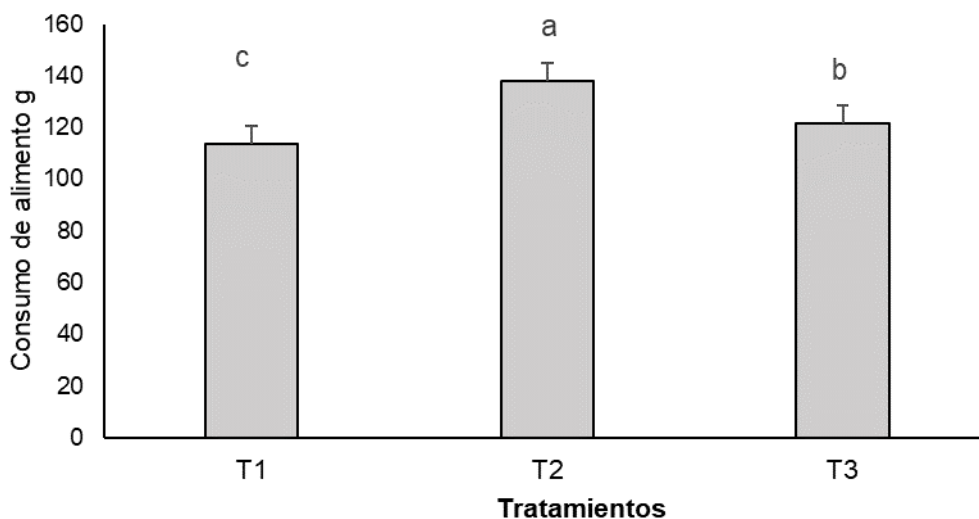
### 3.2. Indicadores de desempeño productivo

Para la variable tasa de crecimiento no se reportaron diferencias  $p > 0.05$  significativas todos los tratamientos reportaron una TCA de 0.40 en promedio a los 56 días de estudio. La TCE% no se encontraron diferencias significativas  $p > 0.05$  el mayor promedio se reportó en el T2 con un 0.93%, el menor promedio lo registro el T1 con 0.89%. En la variable Conversión alimenticia CA si se encontraron diferencias significativas el mayor promedio se observó en el T2 con 4.20g diferenciándose  $p < 0.05$  para el T3 y T1 que obtuvieron promedios de 3.64 y 3.40. En el factor de condición FC si se encontraron diferencias significativas el mayor promedio se registró en el T1 con 2.15 difiriendo  $p < 0.05$  para el T2 que reporto un valor de 2.11. La Figura 3 muestra que el consumo de alimento fue significativamente mayor en T2, con 137.70 g, mientras que T1 registró el menor consumo (113.40 g). Esto indica que el aumento de la densidad incrementó la demanda alimenticia, pero no mejoró la eficiencia productiva.

**Tabla 3.** Indicadores de crecimiento del efecto de tres densidades en el crecimiento de alevines de chame.

Tratamientos	Densidad	TCA	TCE%	CA(g)	FC
T1	40	0.4±0.03a	0.89±0.09a	3.40±0.12c	2.15 ±0.05a
T2	60	0.4±0.03a	0.93±0.10a	4.20±0.10a	2.11±0.04b
T3	80	0.4±0.03a	0.91±0.08a	3.64±0.11b	2.12±0.04ab
CV		6.68	9.95	3.00	2.15
F		0.05	1.27	66.53	4.87
P- valor		0.9512	0.2867	0.0001	0.0104

*Leyenda.* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ). Densidad: número de alevines por  $m^2$ , TCA: tasa de crecimiento absoluto, TCE: tasa de crecimiento específico, CA: conversión alimenticia, FC: factor de condición.



**Figura 3.** Consumo de alimento (g) promedio del efecto de tres densidades sobre el crecimiento de alevines de chame.

### 3.3. Parámetros de calidad del agua en sistema en biofloc

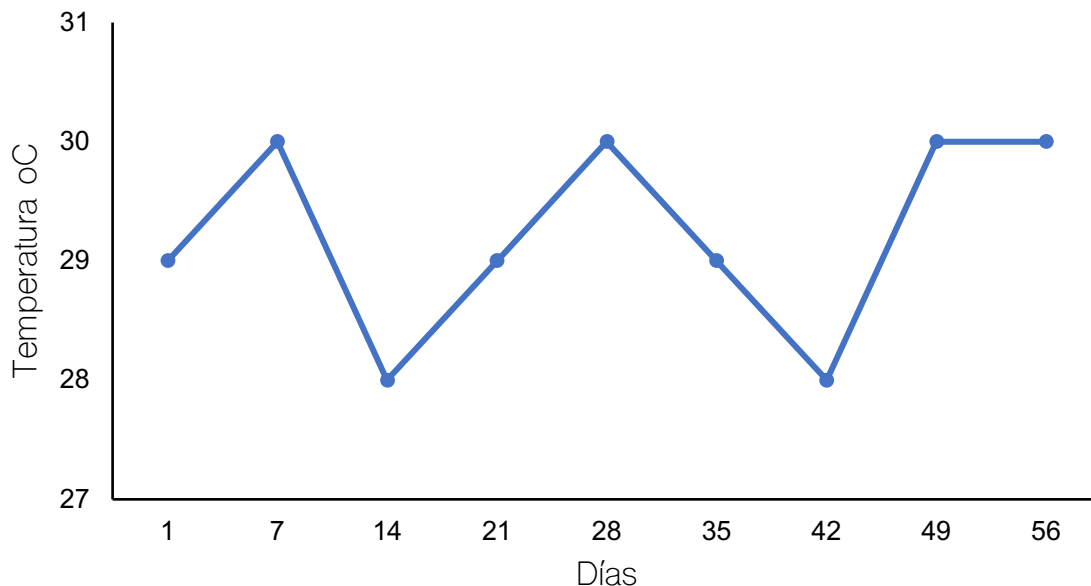
**Tabla 3.** Composición nutricional del músculo, especie dica de machos y hembras

En la tabla 7 se describen los rangos de pH, temperatura, oxígeno disuelto, nitrógeno amoniacal total y sólidos en suspensión en el crecimiento del chame, bajo tres densidades de siembra, con tecnología biofloc.

**Tabla 1.** Parámetros físicos-químicos en el sistema con tecnología biofloc.

Parámetros fisicoquímicos	Valores
Temperatura °C	29- 30
pH	7.50-8.50
Oxígeno disuelto ppm	4.2-5.50
Nitrógeno amoniacal total ( ml.L <sup>-1</sup> )	0.32-0.40
Sólidos en suspensión (mg.L <sup>-1</sup> )	25-36

En la variable temperatura presentada en la figura 4, se observa que se mantuvo entre 28 y 30 °C, durante los 56 días del experimento en el sistema biofloc.



**Figura4.** Temperatura del sistema biofloc cada siete días.

El potencial de hidrogeno (pH) se mantuvo entre 7 y 8.5 siendo neutro con tendencia a alcalino durante todo el experimento (Figura 5).

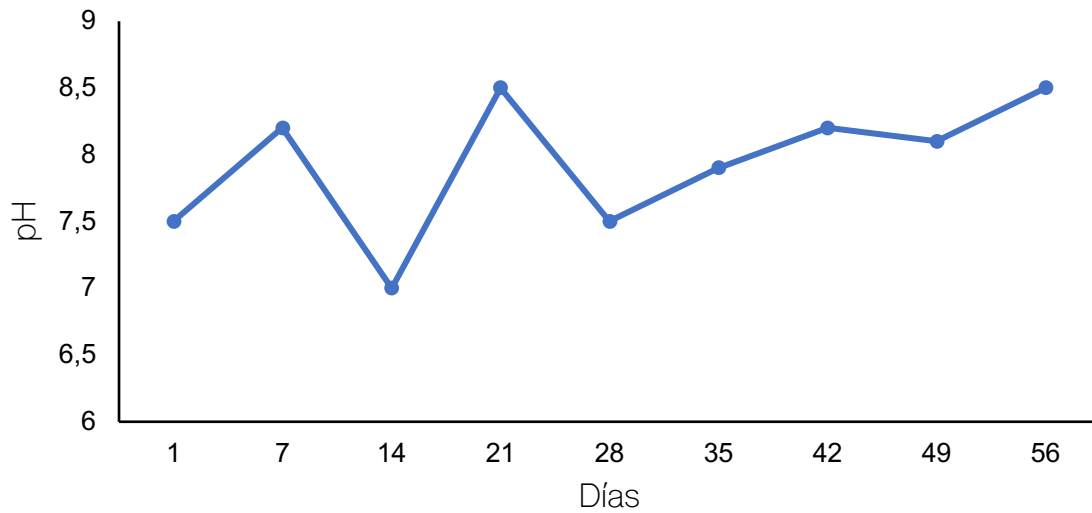


Figura 5. pH del sistema biofloc cada siete días.

La variable de oxígeno disuelto presentado en la figura 6, se observa que en el día uno el sistema biofloc presenta 4.2 ppm con una ligera tendencia a 5.5 ppm a los 56 días que finalizó el experimento.

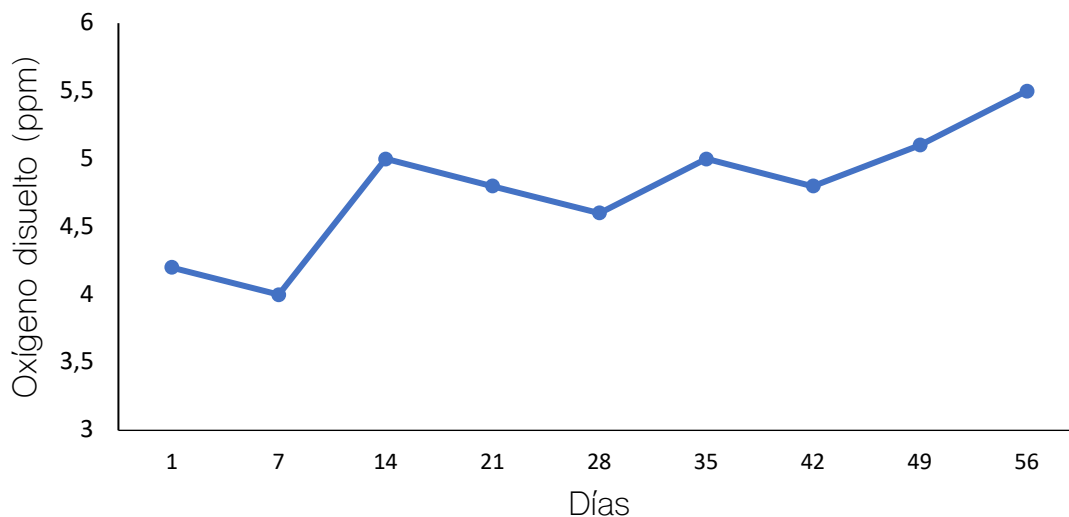


Figura 6. Oxígeno disuelto (ppm) del sistema biofloc cada siete días.

En la figura 7, se observa la línea de tendencia de los sólidos en suspensión presentes del día 1 al día 56 que fue el final del experimento, inició en  $25 \text{ mg.L}^{-1}$  y fue en tendencia ascendente hasta el día 21 con  $32 \text{ mg.L}^{-1}$ , en el día 28 descendió a  $28 \text{ mg.L}^{-1}$ , para el día 35 volvió a ascender a  $34 \text{ mg.L}^{-1}$ , llegando a  $36 \text{ mg.L}^{-1}$  al final del experimento.

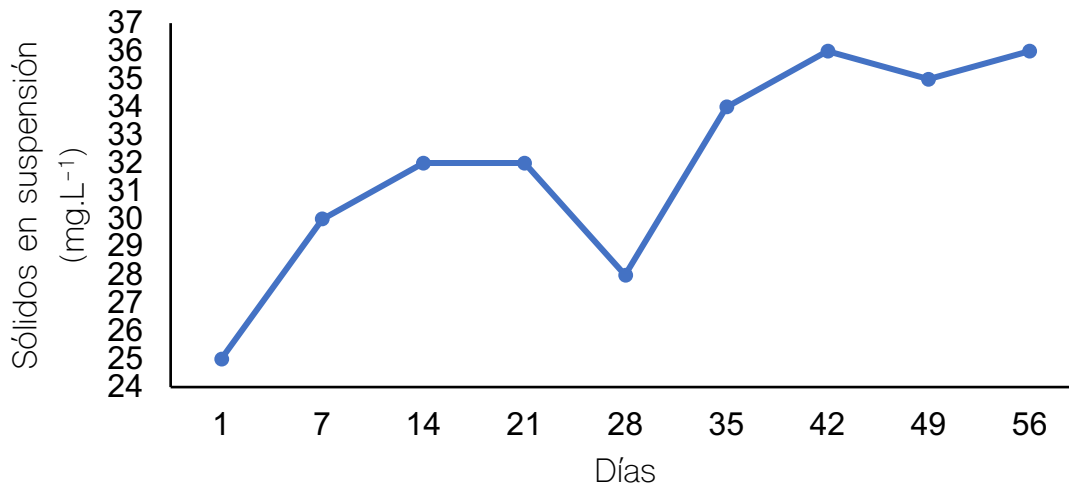


Figura 7. Sólidos en suspensión (mg.L<sup>-1</sup>) del sistema biofloc cada siete días.

El nitrógeno amoniacal total (ml.L<sup>-1</sup>) presentado en la figura 8 inició con 0.32 ml.L<sup>-1</sup>, en el día siete ascendió a 0.40 ml.L<sup>-1</sup>, posterior a ello fue en descendencia hasta el día 35 con 0.31 ml.L<sup>-1</sup>, y nuevamente fue ascendiendo hasta 0.40 ml.L<sup>-1</sup> al final del experimento.

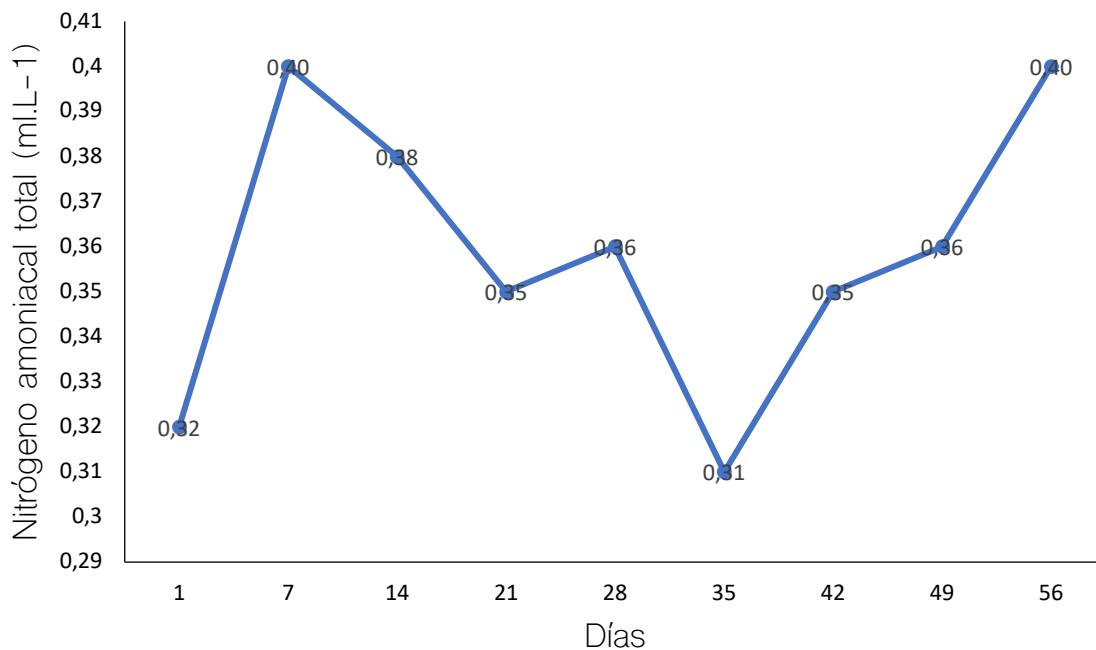


Figura 8. Nitrógeno amoniacal total (ml.L<sup>-1</sup>) del sistema biofloc cada siete días.

#### 4. Discusión

Los resultados mostraron que las diferentes densidades de siembra evaluadas no hubo diferencias significativas en el peso final ni en las tasas de crecimiento de los alevines de *Dormitator latifrons*, lo que sugiere que el sistema Biofloc mantuvo condiciones adecuadas para el desarrollo de los organismos en todas las densidades evaluadas. Estos resultados coinciden con Crab *et al.* (2012), quienes señalaron que la tecnología Biofloc mejora la estabilidad del sistema productivo mediante el reciclaje de nutrientes y la disponibilidad constante de proteína microbiana, favoreciendo el crecimiento de los peces en sistemas intensivos. De igual manera, Avnimelech (2015) indicó que

la comunidad microbiana presente en los sistemas Biofloc mejora la disponibilidad de nutrientes y contribuye al control de compuestos nitrogenados, reduciendo el impacto negativo que podría generar el aumento de la densidad sobre el crecimiento de los organismos cultivados.

Aunque no se observaron diferencias significativas en crecimiento, la conversión alimenticia presentó diferencias estadísticas entre tratamientos, registrándose la mejor eficiencia alimenticia en la densidad de 40 alevines/m<sup>2</sup>, lo que evidencia un mejor aprovechamiento del alimento suministrado en condiciones de menor competencia. Hargreaves (2013) señala que la eficiencia alimenticia en sistemas Biofloc depende de la relación entre densidad de cultivo y disponibilidad de recursos, ya que al aumentar la biomasa se incrementa la competencia por alimento. De igual manera, Martínez-Córdova *et al.* (2015) reportaron que densidades moderadas favorecen una mejor utilización del alimento y mayor eficiencia productiva, debido a una menor competencia intraespecífica y una mayor disponibilidad de nutrientes provenientes del biofloc.

El mejor factor de condición obtenido en la densidad de 40 alevines/m<sup>2</sup> indica que los organismos presentaron un mejor desarrollo corporal bajo esta condición de cultivo. Según De Schryver *et al.* (2008), el equilibrio microbiano generado en sistemas Biofloc mejora la calidad nutricional del ambiente, favoreciendo la condición fisiológica de los peces cultivados. Asimismo, Emerenciano *et al.* (2013) reportaron que la disponibilidad de bioflóculos como fuente complementaria de nutrientes contribuye a mejorar el estado corporal y el rendimiento productivo de los peces en sistemas intensivos.

Los parámetros físico-químicos del agua se mantuvieron dentro de rangos adecuados durante todo el ensayo, lo cual demuestra la eficiencia del sistema Biofloc para mantener la estabilidad del medio de cultivo bajo diferentes densidades de siembra. Avnimelech (2015) destaca que los sistemas Biofloc favorecen la reutilización de nutrientes y el control de metabolitos nitrogenados, manteniendo condiciones adecuadas para el cultivo. De igual manera, Ekasari *et al.* (2014) señalaron que la estabilidad de variables como pH, oxígeno disuelto y sólidos suspendidos es fundamental para optimizar el desempeño productivo en sistemas intensivos con tecnología Biofloc.

En conjunto, los resultados obtenidos evidencian que la tecnología Biofloc permitió mantener un crecimiento estable de los alevines de *Dormitator latifrons* en las densidades evaluadas; sin embargo, la densidad de **40 alevines/m<sup>2</sup>** presentó mejores indicadores de eficiencia productiva, especialmente en la conversión alimenticia y factor de condición. Estos resultados coinciden con lo reportado por Kumar *et al.* (2017), quienes concluyeron que densidades moderadas mejoran la eficiencia productiva en sistemas Biofloc, y con Verdegem (2013), quien señaló que el rendimiento productivo en acuicultura intensiva depende del equilibrio entre densidad de siembra, disponibilidad de nutrientes y estabilidad del sistema.

#### 4. Conclusión

Los resultados obtenidos permiten concluir que la densidad de siembra influyó en la eficiencia productiva de los alevines de chame (*Dormitator latifrons*) cultivados en sistema Biofloc. Aunque no se registraron diferencias significativas en el peso final ni en las tasas de crecimiento entre tratamientos, la densidad de 40 alevines/m<sup>2</sup> presentó mejores resultados en la conversión alimenticia y en el factor de condición, evidenciando un mejor aprovechamiento del alimento y un adecuado desarrollo corporal de los organismos. Además, los parámetros físico-químicos del agua se mantuvieron dentro de rangos adecuados durante todo el ensayo. En este contexto, la densidad de 40 alevines/m<sup>2</sup> se considera la más adecuada entre las evaluadas para optimizar la eficiencia productiva en el cultivo de alevines de chame bajo sistema Biofloc.

**Contribución de autores:** Todos los autores han contribuido sustancialmente al trabajo.

**Financiamiento:** Los autores financiaron a integridad el estudio.

**Conflictos de interés:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Referencias

1. VNIMELECH, Y., 2012. *Biofloc technology: A practical guide book*. World Aquaculture Society.
2. AVNIMELECH, Y., 2015. *Biofloc technology: A practical guide book*. 3rd ed. World Aquaculture Society.
3. BOYD, C. E., 2015. *Water quality: An introduction*. Springer.
4. BROWDY, C. L., BRATVOLD, D., STOKES, A. y MCINTOSH, R., 2001. Perspectives on the application of closed shrimp culture systems. *The World Aquaculture Society*, 20, pp. 20–34.
5. COSTA-PIERCE, B. A., 2010. Sustainable ecological aquaculture systems. *Reviews in Fisheries Science*, 18(3), pp. 209–220.
6. CRAB, R., DEFOIRDT, T., BOSSIER, P. y VERSTRAETE, W., 2012. Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. *Aquaculture*, 356–357, pp. 351–356. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.046>
7. DE SCHRYVER, P., CRAB, R., DEFOIRDT, T., BOON, N. y VERSTRAETE, W., 2008. The basics of bio-flocs technology: The added value for aquaculture. *Aquaculture*, 277(3–4), pp. 125–137. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.02.019>
8. DIANA, J. S., EGNA, H., CHOPIN, T., PETERSON, M., CAO, L., POMEROY, R., VERDEGEM, M., SLACK, W., BONDAD-REANTASO, M. y CABELLO, F., 2013. Responsible aquaculture in 2050. *Journal of the World Aquaculture Society*, 44(3), pp. 255–338.
9. EKASARI, J., ANGELA, D., WALUYO, S. H., BACHTIAR, T., SURAWIDJAJA, E. H., BOSSIER, P. y DE SCHRYVER, P., 2014. The size of biofloc determines the nutritional composition and the nitrogen recovery by aquaculture animals. *Aquaculture*, 426–427, pp. 105–111. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.01.023>
10. EMERENCIANO, M., GAXIOLA, G. y CUZON, G., 2013. Biofloc technology (BFT): A review for aquaculture application and animal food industry. En: M. MATOVIC, ed. *Biomass now: Cultivation and utilization*. pp. 301–328. Disponible en: <https://doi.org/10.5772/53902>
11. FAO, 2022. *The state of world fisheries and aquaculture 2022: Towards blue transformation*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
12. FITZSIMMONS, K., 2001. Tilapia production systems in the Americas. *Aquaculture Magazine*, 27(2), pp. 18–23.
13. HARGREAVES, J. A., 2013. *Biofloc production systems for aquaculture*. Publication No. 4503. Southern Regional Aquaculture Center.
14. KUMAR, M., ANAND, P. S. S., DE, D., DEO, A. D., GHOSHAL, T. K., SUNDARAY, J. K. y PONNIAH, A. G., 2017. Effects of stocking density on growth, digestive enzyme activity, and immune response of Pacific white shrimp in biofloc system. *Aquaculture*, 479, pp. 221–231. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.05.017>
15. MARTÍNEZ-CÓRDOVA, L. R., EMERENCIANO, M., MIRANDA-BAEZA, A. y MARTÍNEZ-PORCHAS, M., 2015. Microbial-based systems for aquaculture of fish and shrimp: An updated review. *Reviews in Aquaculture*, 7(2), pp. 131–148. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/raq.12058>

16. MARTÍNEZ-PORCHAS, M. y MARTÍNEZ-CÓRDOVA, L. R., 2012. World aquaculture: Environmental impacts and troubleshooting alternatives. *The Scientific World Journal*, 2012, pp. 1–9. Disponible en: <https://doi.org/10.1100/2012/389623>
17. MUNGKUNG, R. y GHEEWALA, S. H., 2007. Use of life cycle assessment (LCA) to compare the environmental impacts of aquaculture and agri-food products. *Journal of Cleaner Production*, 15(8–9), pp. 789–801.
18. NAYLOR, R. L. *et al.*, 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 405, pp. 1017–1024.
19. SAMOCHA, T. M., PATNAIK, S., SPEED, M., ALI, A. M., BURGER, J. M., ALMEIDA, R. V., AYUB, Z., HARISANTO, M., HOROWITZ, A. y BROCK, D. L., 2007. Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery systems. *Aquacultural Engineering*, 36, pp. 184–191.
20. VEGA-VILLASANTE, F., CUPUL-MAGAÑA, A., NOLASCO-SORIA, H. y CHONG-CARRILLO, O., 2011. Biological and aquaculture aspects of *Dormitator latifrons*. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(2), pp. 573–583.
21. VERDEGEM, M. C. J., 2013. Nutrient discharge from aquaculture operations in function of system design and production environment. *Reviews in Aquaculture*, 5(3), pp. 158–171. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/raq.12011>



© 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>