

Supervivencia y crecimiento juveniles de langostinos de agua dulce (*Macrobrachium tenellum*) sometido a distintos niveles de proteína en estadio de desarrollo.

Survival and growth of juvenile freshwater prawns (*Macrobrachium tenellum*) under different protein levels at the developmental stage.

Juan Pablo Ordoñez Iglesias, Silvia Milena Cano Lara, Verónica del Cisne Segovia Montesdeoca, Diana Carolina Merizalde Véliz & Mercy Yamileth Vera Bravo

PUNTO CIENCIA

Julio - diciembre, V⁶ - N²; 2025

Recibido: 20-09-2025

Aceptado: 26-09-2025

Publicado: 30-12-2025

PAIS

- Ecuador, Quevedo
- Ecuador, Quinsaloma
- Ecuador, Valencia
- Ecuador, Quevedo
- Ecuador, Buena Fe

INSTITUCIÓN

- Universidad Técnica Estatal de Quevedo

CORREO:

- ✉ jordonezi@uteq.edu.ec
- ✉ milecano986@gmail.com
- ✉ vsegoviam@uteq.edu.ec
- ✉ dmerizalde@uteq.edu.ec
- ✉ verabravom@gmail.com

ORCID:

- <https://orcid.org/0000-0002-9361-2086>
- <https://orcid.org/0009-0006-7156-6345>
- <https://orcid.org/0000-0002-0783-5751>
- <https://orcid.org/0009-0005-9588-8210>
- <https://orcid.org/0000-0001-7776-3522>

FORMATO DE CITA APA.

Ordoñez, J., Cano, S., Segovia, V., Merizalde, D. & Vera, M. (2025). Supervivencia y crecimiento juveniles de langostinos de agua dulce (*Macrobrachium tenellum*) sometido a distintos niveles de proteína en estadio de desarrollo. Revista G-ner@ndo, V⁶ (N²). Pág. 1724 - 1741.

Resumen

La presente investigación evaluó la supervivencia y crecimiento del langostino de agua dulce (*Macrobrachium tenellum*) sometido a diferentes niveles de proteína durante su estadio de desarrollo, considerando también la influencia de la calidad del agua y los parámetros zootécnicos. El estudio se realizó en el laboratorio de acuicultura del campus "La María" de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, utilizando un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos (T1: 42%, T2: 35%, T3: 28%, T4: 25%) y cuatro repeticiones, en un bioensayo de seis semanas. El tratamiento con 35% de proteína (T2) obtuvo los mejores resultados en crecimiento (8.00 g de peso y 7.48 cm de talla) y la mayor tasa de supervivencia (95%). Aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p > 0.05$), se observó una tendencia positiva en el desempeño de los organismos bajo esta dieta, lo cual coincide con estudios que indican este nivel proteico como óptimo para juveniles de *M. tenellum*. Además, T2 presentó un mayor porcentaje de intestinos llenos y semilenos, lo que sugiere mayor actividad alimentaria posiblemente relacionada con una mejor palatabilidad del alimento. En cuanto a la exuviación, el mayor porcentaje se registró en T3 (30%), lo que podría indicar una mayor frecuencia de muda por estrés nutricional. Los parámetros fisicoquímicos del agua se mantuvieron dentro de rangos adecuados: temperatura 27 °C, salinidad 0 ppt, pH entre 7.30–7.85 y oxígeno disuelto entre 1.01–1.05 mg/L. En conclusión, el nivel de proteína del 35% fue el más eficiente para promover el crecimiento, la supervivencia y la actividad fisiológica de *M. tenellum* en condiciones de laboratorio. Se recomienda este nivel proteico en dietas formuladas para su cultivo en sistemas controlados.

Palabras claves: *Macrobrachium tenellum*, niveles de proteína, supervivencia, crecimiento, exuviación, calidad del agua, acuicultura, dietas formuladas.

Abstract

This study evaluated the survival and growth of the freshwater prawn (*Macrobrachium tenellum*) subjected to different protein levels during its developmental stage, also considering water quality and zootechnical parameters. The experiment was conducted at the aquaculture laboratory of the "La María" campus, Technical State University of Quevedo, using a completely randomized design with four treatments (T1: 42%, T2: 35%, T3: 28%, T4: 25%) and four replicates, in a six-week bioassay. The 35% protein treatment (T2) showed the best results in growth (8.00 g in weight and 7.48 cm in length) and the highest survival rate (95%). Although differences were not statistically significant ($p > 0.05$), a positive trend was observed in the performance of organisms under this diet, consistent with previous studies that indicate this protein level as optimal for juvenile *M. tenellum*. Additionally, T2 showed a higher percentage of full and semi-full intestines, suggesting increased feeding activity possibly related to better palatability or nutritional balance of the feed. Regarding molting, the highest percentage was recorded in T3 (30%), which may indicate increased molting frequency as a response to nutritional stress. Water quality parameters remained within suitable ranges: temperature at 27 °C, salinity at 0 ppt, pH between 7.30 and 7.85, and dissolved oxygen between 1.01 and 1.05 mg/L. In conclusion, the 35% protein level was the most efficient in promoting growth, survival, and physiological activity of *M. tenellum* under laboratory conditions. This protein level is recommended for formulated diets in controlled systems as an effective strategy to optimize aquaculture production of this species.

Keywords: *Macrobrachium tenellum*, protein levels, survival, growth, molting, water quality, aquaculture, formulated diets.

Introducción

El langostino juvenil de agua dulce (*Macrobrachium tenellum*) representa una especie de notable importancia para la acuicultura moderna, en virtud de su rápido crecimiento, elevada resistencia a enfermedades y capacidad de adaptación a diversas condiciones ambientales (Vega-Villasante et al., 2011). Conviene subrayar que, en el Ecuador, no existen cultivos de relevancia establecidos para esta especie, lo cual convierte su incorporación en una propuesta innovadora para la diversificación acuícola del país (Espinosa et al., 2011). Entre los múltiples factores que determinan el éxito de su cultivo, la alimentación se configura como uno de los más decisivos, siendo la cantidad y calidad de la proteína dietaria un aspecto crucial en su crecimiento y supervivencia (Espinosa et al., 2012). Sin embargo, las investigaciones que relacionen con precisión los distintos niveles de proteína en la dieta con parámetros productivos de esta especie son escasas. Actualmente, muchos productores de camarón de río utilizan dietas estándar, sin considerar de manera específica los requerimientos proteicos óptimos, lo que deriva en un crecimiento subóptimo y en mayores índices de mortalidad, afectando de manera directa la rentabilidad (Chaurand-Espinosa et al., 2012).

Los langostinos alimentados con dietas deficientes en proteína presentan un crecimiento más lento, lo que prolonga el tiempo necesario para alcanzar el tamaño comercial (Ponce-Palafox & Arredondo-Figueroa, 2016). Esta deficiencia no solo retrasa el ciclo productivo, sino que también incrementa la susceptibilidad a enfermedades y eleva la mortalidad, reduciendo la supervivencia global de los organismos (Davassi, 2011). En contraste, la aplicación de dietas con niveles adecuados de proteína fomenta un crecimiento más uniforme y acelerado, lo cual acorta el tiempo para alcanzar el tamaño comercial y eleva la productividad (Álvarez-Peña et al., 2023). Esto se traduce en un incremento de la biomasa total producida y en poblaciones más estables, facilitando así una planificación más fiable y predecible de las operaciones acuícolas (Valverde & Varela, 2020).

El *Macrobrachium tenellum*, conocido comúnmente como camarón de río, es un crustáceo de agua dulce y salobre nativo de las regiones tropicales y subtropicales de América Latina (Rodríguez-Uribe et al., 2014). Su importancia en la acuicultura ha aumentado significativamente gracias a su notable capacidad de adaptación, rápido crecimiento y elevado valor comercial. Constituye una especie con gran potencial para ser cultivada en sistemas sostenibles que pueden beneficiar tanto a pequeños como a grandes productores (García-Guerrero et al., 2013).

En las últimas décadas, la acuicultura ha alcanzado un crecimiento acelerado, consolidándose como una de las principales actividades para la producción de proteínas de origen animal (Berger, 2020). En su mayoría, las especies utilizadas en este campo han sido exóticas o introducidas, principalmente por su facilidad de manejo, adaptabilidad y buenos índices de crecimiento. Desde los inicios del cultivo artesanal, se ha logrado responder a una parte significativa de la demanda de proteínas, aportando de manera importante a la seguridad alimentaria (Espinosa, 2020).

El *M. tenellum* se caracteriza por su cuerpo alargado y transparente, con un caparazón cuyo color puede variar en función de la dieta y el hábitat (Gonzales García, 2018). Presenta altas tasas de crecimiento, lo que permite ciclos productivos más cortos. En este contexto, la dieta adquiere un papel determinante, en particular el nivel de proteína, al ser este un nutriente esencial para la supervivencia y el desarrollo de los camarones (Espinosa-Chaurand et al., 2013). Evaluar el efecto de diferentes concentraciones proteicas en el crecimiento, tanto en peso como en longitud, resulta indispensable para optimizar la producción. Una formulación balanceada de dietas no solo permite maximizar el rendimiento productivo, sino que además contribuye a la sostenibilidad del cultivo y sienta las bases para una acuicultura más eficiente y responsable (De los Santos Romero et al., 2017). El *M. tenellum* es, además, una especie favorable para el cultivo debido a su comportamiento poco agresivo, la ausencia de canibalismo y su tolerancia a una amplia gama de condiciones ambientales, como temperatura, salinidad y niveles de oxígeno

(Mateos Guerrero et al., 2023). La comprensión de cómo influyen factores de manejo como estos en la supervivencia y crecimiento de la especie es esencial para la consolidación de sistemas productivos exitosos (Hernández Sandoval et al., 2018).

Los parámetros físicos y químicos del agua representan variables críticas para garantizar un entorno adecuado en el cultivo de esta especie. Estos influyen directamente en la fisiología, el comportamiento y el bienestar de los organismos y, por ende, en su capacidad de crecer y sobrevivir (Juárez Rosales et al., 2021). Entre ellos, la temperatura se erige como un factor decisivo, pues regula el metabolismo, la reproducción y la actividad general (Hernández Moreno, 2007). El oxígeno disuelto, por su parte, resulta vital para la respiración y el metabolismo, mientras que niveles insuficientes generan estrés, bajo crecimiento y mayor mortalidad (García-Parra et al., 2017). De igual forma, el pH afecta tanto la disponibilidad de nutrientes como la toxicidad de compuestos presentes en el agua, por lo que mantenerlo en rangos estables es indispensable para la supervivencia y desarrollo de la especie (Puentes, 2023).

El objeto de estudio de la presente investigación consiste en evaluar la supervivencia y el crecimiento del langostino de agua dulce (*Macrobrachium tenellum*) bajo distintos niveles de proteína en procesos productivos. Un aporte proteico adecuado fortalece el sistema inmunológico, disminuye la incidencia de enfermedades y mejora las tasas de supervivencia, lo que asegura poblaciones estables y saludables, indispensables para sostener una producción constante y rentable (Pérez-Castro et al., 2014). La optimización de la dieta no solo impulsa un crecimiento más rápido y uniforme, sino que también permite acortar los ciclos de producción y mejorar la eficiencia (Cortés Jacinto, 2019). En un marco más amplio, el incremento de la producción de langostino de agua dulce contribuiría a satisfacer la demanda alimentaria en comunidades locales, promoviendo dietas más equilibradas y saludables. A su vez, la reducción de costos de producción aumenta la competitividad del sector, estimula la inversión y favorece la innovación tecnológica, consolidando así un sector acuícola capaz de generar beneficios económicos y sociales sostenibles a lo largo del tiempo (Vega-Villasante, 2011).

Métodos y materiales

La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Acuicultura del Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicado en el Km 7 vía Quevedo – El Empalme, Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Se trató de un estudio de tipo experimental, cuyo propósito fue analizar la supervivencia y el crecimiento del langostino juveniles de agua dulce (*Macrobrachium tenellum*) alimentado con diferentes niveles de proteína. El método de investigación se centró en un análisis progresivo desde lo general hasta lo específico, con el fin de evaluar el efecto de la dieta en las variables biológicas mencionadas. Para la recopilación de información se recurrió a fuentes primarias, como registros en bitácoras y cuadernos, acompañados de datos fotográficos, mientras que las fuentes secundarias incluyeron artículos científicos, libros y tesis que sirvieron de respaldo teórico y comparativo.

El ensayo experimental se realizó bajo un diseño completamente al azar (DCA), conformado por cuatro tratamientos correspondientes a dietas con diferentes niveles de proteína: 25%, 28%, 35% y 42%, cada uno con cuatro repeticiones en acuarios de plástico, en los cuales se distribuyeron 10 juveniles de *Macrobrachium tenellum* por unidad experimental, completando un total de 160 organismos evaluados. El tratamiento con 42% de proteína fue considerado como el control, debido a que en la etapa juvenil de este crustáceo se ha demostrado que dicho nivel proteico representa la condición óptima para promover un crecimiento acelerado y garantizar la supervivencia, de acuerdo con lo planteado en estudios previos (Chaurand-Espinosa et al., 2012). El bioensayo tuvo una duración de seis semanas, periodo durante el cual se monitorearon de manera sistemática los parámetros de crecimiento (peso y longitud) y de supervivencia, con el fin de establecer comparaciones entre el control y los tratamientos con menores concentraciones proteicas, lo que permitió sustentar de forma técnica y científica la interpretación de los resultados obtenidos en relación con las necesidades nutricionales de los langostinos juveniles.

Tabla 1.
Descripción de Tratamientos

Tratamientos	Niveles de proteína	Repeticiones	Unidades experimentales	Total
T1	42%	4	10	40
T2	35%	4	10	40
T3	28%	4	10	40
T4	25%	4	10	40
Total		16		160

Elaborado: Autor, (2025).

En la tabla 2 se puede observar el esquema de análisis de varianza a utilizarse en presente estudio.

Tabla 2.
Análisis de varianza

Fuente de variación	Formula	Grados de libertad
Tratamiento	t-1	3
Error Experimental	t(r-1)	12
Total	t+r-1	15

Tabla 3.
Resumen metodológico de la investigación sobre Macrobrachium tenellum

Categoría	Descripción resumida
Dieta aplicada	Dietas balanceadas con 42%, 35%, 28% y 25% de proteína (Agripac Premium Agua Dulce).
Condiciones de cultivo	Langostinos aclimatados 2 días y distribuidos en 16 acuarios con 25 L de agua, alimentados 2 veces/día.
Parámetros de agua	Se evaluó temperatura, oxígeno disuelto, pH y salinidad con instrumentos específicos.
Método estadístico	ANOVA y prueba de Tukey ($p < 0.05$) con software Minitab; resultados como media \pm EE.
Modelo matemático	$S(t,T) = S_0 \cdot e^{-ks(P-P_{opt})^2 \cdot f(T)}$, considerando proteína, tiempo, temperatura y densidad.

Categoría	Descripción resumida
Variables evaluadas	Peso, talla, biometría semanal, tasa de crecimiento específico y supervivencia.
Recursos humanos	Blgo. Juan Pablo Ordoñez Iglesias (Director), Silvia Milena Cano Lara (Autor).
Equipos principales	Juveniles de langostino de agua dulce <i>Macrobrachium tenellum</i> .
Materiales y reactivos	Gavetas, piedras difusoras, mangueras, refractómetro, báscula digital, alimento balanceado.
Materiales de oficina	Computadora, impresora, cámara, calculadora, hojas A4, esferográficos, cuaderno.

Nota. Adaptado de los apartados metodológicos del proyecto de investigación experimental (2025).

Resultados

Parámetros zootécnicos

En la siguiente tabla se observó los resultados correspondientes a las variables peso, obtenidos del análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) donde nos muestra que el tratamiento 2 que fue donde se suministró alimento balanceado del 35% de proteína obtuvo el mayor peso promedio (8.00 g) seguidos por los tratamientos 2 con un peso (4.78 g). tratamiento 1(4.28 g) y tratamiento 4 (2.62 g). Sin embargo, todas las medias comparten la misma letra ("A"), lo que indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$)

Este hallazgo coincide con lo reportado por Jauregui-Velázquez y Bárcenas-Gutiérrez (2017) (31) quienes observaron variabilidad en la talla y peso de *Macrobrachium tenellum* sin que existieran efectos significativos en los tratamientos por los niveles de proteína establecidos. Asimismo, Garduño Dionate et al. (2017) (32) reportaron que, si bien existe variabilidad en los patrones de crecimiento, estos pueden no diferir significativamente en ciertas condiciones de manejo o en distintas fases del ciclo de vida de este organismo.

Tabla 4. Peso

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,34723
Error: 9,1413 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
2	8,00		A
3	4,78		A
1	4,28		A
4	2,62		A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En la variable talla se observó los resultados correspondientes a las variables peso, obtenidos del análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) donde nos muestra que el tratamiento 2 presento una talla mayor con (7.48 cm) seguidos por los tratamientos 3 con una talla de (5.28 cm), tratamiento 1(5.25 cm) y tratamiento 4 (3.75 cm). Sin embargo, todas las medias comparten la misma letra ("A"), lo que indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$)

Según estudios realizados en esta especie por *Peña-Almaraz et al.* (33) evaluaron el efecto de distintos niveles de proteína y lípidos en la dieta de *Macrobrachium tenellum* donde se encontro una similitud con tratatamiento aplicado al 35% de proteína donde Tambien se obtuvo una mayor ganancia de talla. Segun *Espinosa-Chaurand et al.* (34), el nivel óptimo de proteína en dietas balanceadas para pre-adultos de *Macrobrachium tenellum* se encuentra alrededor del 35%, ya que este porcentaje favorece un crecimiento adecuado sin comprometer la supervivencia de los organismos.

Tabla 5. Talla

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,81242
Error: 3,2379 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
2	7,48	4	0,91 A
3	5,28	4	0,91 A
1	5,25	4	0,91 A
4	3,75	4	0,91 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Contenido intestinal

Los resultados indican que el tratamiento 2 favoreció la mayor actividad alimentaria, como lo evidencia el alto porcentaje de intestinos llenos y semillenos. Esto podría estar relacionado con una dieta más palatable o mejor balanceada nutricionalmente, lo que estimula la ingesta. En contraste, el tratamiento 4 mostró un bajo porcentaje de intestinos llenos (20%) y un alto porcentaje de intestinos semillenos (70%), lo que sugiere una ingesta parcial o intermitente del alimento.

En cuanto a la exuviación, el mayor porcentaje registrado en el tratamiento 3 (30%) podría indicar una mayor tasa de crecimiento o un cambio frecuente del exoesqueleto, posiblemente como respuesta al estrés o a un componente nutricional específico. No obstante, valores excesivos de exuviación podrían también estar relacionados con inestabilidad ambiental o nutricional.

Según estudios previos como los de Espinosa-Chaurand *et al.* (34), los niveles de proteína en la dieta pueden influir significativamente en los procesos de crecimiento y renovación del exoesqueleto. Así, tratamientos con un aporte proteico inadecuado podrían estar provocando alteraciones tanto en el consumo de alimento como en la frecuencia de muda.

Tabla 6.

Contenido intestinal

Variable	T1	T2	T3	T4
Intestino lleno	70%	90%	50%	20%
Intestino semilleno	30%	80%	30%	70%
Intestino vacío	10%	5%	15%	10%
Exuviación	20%	10%	30%	15%

Porcentaje de supervivencia

Los resultados indican que T2 con (95%) fue el tratamiento más favorable para la supervivencia de los organismos, lo que sugiere que las condiciones alimenticias o ambientales aplicadas en este grupo fueron más adecuadas para mantener la viabilidad de *Macrobrachium tenellum*. Esto podría estar relacionado con una dieta balanceada en proteína, una mejor digestibilidad del alimento, o condiciones ambientales más estables. Estudios previos como los de Espinosa-Chaurand et al. (2013) (34) han demostrado que niveles moderados de proteína (alrededor del 35 %) en dietas balanceadas favorecen tanto el crecimiento como la supervivencia en estadio de desarrollo *M. tenellum*. Una dieta con un nivel proteico inadecuado, ya sea demasiado bajo o excesivo, puede afectar la eficiencia metabólica, comprometiendo la salud del organismo. Según Vega-Villasante et al. (35), *Macrobrachium tenellum* mostró altos porcentajes de supervivencia en cultivos experimentales realizados en distintas estaciones del año, lo cual sugiere una alta adaptabilidad a condiciones de diferentes tratamientos. Se ha reportado que *M. tenellum* puede mantener tasas de supervivencia estables en ambientes controlados durante los controles.

Tabla 7.

Porcentaje de supervivencia

Variable	T1	T2	T3	T4
Supervivencia	80%	95%	90%	75%

Parámetros de calidad de agua

Durante el periodo experimental de seis semanas, los parámetros fisicoquímicos del agua se mantuvieron dentro de rangos aceptables para el cultivo de *Macrobrachium tenellum*. El oxígeno disuelto varió ligeramente entre 1.01 y 1.05 mg/L, sin presentar cambios significativos ($P < 0.05$). Los valores de pH fluctuaron entre 7.30 y 7.85, mostrando ligeras variaciones entre semanas. La salinidad se mantuvo constante en 0 ppt durante todo el experimento, y la

temperatura fue estable en 27 °C en todas las semanas evaluadas. Los valores registrados para oxígeno disuelto se encuentran por debajo de los niveles óptimos recomendados para crustáceos dulceacuícolas, que suelen ser mayores a 3 mg/L. No obstante, *Macrobrachium tenellum* es una especie resistente, capaz de tolerar condiciones de hipoxia en ambientes naturales y de cultivo (Vega-Villasante et al., 2011) (35).

El pH se mantuvo en rangos ligeramente alcalinos a neutros (7.30–7.85), lo cual es adecuado para el crecimiento y la supervivencia del langostino. La temperatura constante de 27 °C favorece los procesos fisiológicos de esta especie tropical, ya que se encuentra dentro del intervalo óptimo de 26–30 °C (Espinosa-Chaurand et al., 2013) (34). La salinidad cero confirma que las condiciones del ensayo corresponden a un cultivo en agua dulce. Estudios previos han demostrado que *M. tenellum* puede adaptarse a gradientes salinos moderados, pero prefiere ambientes dulceacuícolas para su óptimo desarrollo (Ponce-Palafox et al., 2011).

Tabla 8.

Parámetros de calidad de agua

Parámetros P (<0.05)	Sem 0	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5
Oxígeno disuelto	1.01	1.02	1.01	1.05	1.01	1.02
pH	7.85	7.43	7.60	7.58	7.73	7.30
Salinidad	0	0	0	0	0	0
Temperatura	27	27	27	27	27	27

Durante el ensayo de seis semanas, los parámetros de calidad de agua reflejan un ambiente relativamente estable y controlado para el cultivo de *Macrobrachium tenellum*. El oxígeno disuelto presentó una leve oscilación entre 1.01 y 1.05 mg/L, sin variaciones estadísticamente significativas, aunque se mantiene por debajo del nivel óptimo recomendado para crustáceos dulceacuícolas (>3 mg/L). Este resultado indica un ambiente con condiciones de hipoxia, que si bien podría representar un factor de riesgo en especies más sensibles, en

M. tenellum se atenúa debido a su capacidad adaptativa. Por su parte, el pH registró valores de 7.30 a 7.85, situándose en un rango de neutralidad a ligera alcalinidad, condiciones compatibles con procesos metabólicos eficientes y con el crecimiento de esta especie. La temperatura permaneció constante en 27 °C, ubicándose en el rango favorable reportado para organismos tropicales, lo que sugiere estabilidad térmica durante el periodo experimental. Finalmente, la salinidad se mantuvo en 0 ppt, confirmando que se trata de un sistema de cultivo en agua dulce, lo cual concuerda con la preferencia de la especie por hábitats continentales. En conjunto, aunque el oxígeno disuelto representa un valor crítico a considerar, los demás parámetros se encuentran dentro de niveles adecuados para el desarrollo del cultivo.

Conclusiones

Respecto al mantenimiento de los parámetros de calidad del agua, se logró mantener el pH, temperatura, salinidad y oxígeno disuelto dentro de rangos aceptables para el cultivo de *Macrobrachium tenellum*. El pH se mantuvo entre 7.30 y 7.85, la temperatura constante en 27 °C, la salinidad en 0 ppt y el oxígeno disuelto osciló ligeramente entre 1.01 y 1.05 mg/L. Aunque el oxígeno se encontró por debajo del óptimo ideal (>3 mg/L), los organismos mostraron tolerancia, lo que confirma su alta adaptabilidad a condiciones moderadamente hipóxicas.

En cuanto a la supervivencia del langostino alimentado con diferentes niveles de proteína, se determinó que el tratamiento con 35% de proteína (T2) fue el más favorable, alcanzando una tasa de supervivencia del 95%, seguido por T3 (90%). Esto sugiere que una dieta balanceada en proteína mejora no solo el crecimiento, sino también la viabilidad y resistencia de los organismos en condiciones controladas.

En relación con los parámetros zootécnicos evaluados (peso, talla, contenido intestinal y exuviación), el tratamiento 2 también presentó los valores más altos en peso (8.00 g) y talla (7.48 cm), aunque sin diferencias estadísticas significativas con los demás tratamientos. No obstante,

se observó una tendencia positiva en el crecimiento asociado al nivel proteico de 35%. Además, el mayor porcentaje de intestinos llenos y semillenos también fue registrado en este tratamiento, reflejando una mayor actividad alimentaria.

Referencias Bibliográficas

- Vega-Villasante, et al. Crecimiento y supervivencia del langostino (*Macrobrachium tenellum*) en cultivos experimentales de verano y otoño en la costa tropical del Pacífico México. *Revista SciELO*.2011may/ago;14(2):1-5.
- Berger. La acuicultura y sus oportunidades para lograr el desarrollo sostenible en el Perú. *Revista SOUTH SUSTAINABILITY*.2020;1(1):3-7.
- Espinosa, et al. Biología y cultivo de *Macrobrachium tenellum*: Estado del arte. *Revista SciELO*.2011may/ago;21(2):3-7.
- Espinosa, at al. Efectos del nivel proteico de la dieta sobre el desarrollo de juveniles de *Macrobrachium tenellum*. *Revista SciELO*.2012Sep/Dec;17(3):2-4.
- Ponce-Palafox J y Arredondo-Figueroa J. Estudio del crecimiento del langostino *Macrobrachium tenellum* a diferentes densidades en un estanque semirústico, en un sistema de jaula.2016Sep;9(3):2.
- Dionate-Farduño, et al. Crecimiento y mortalidad del langostino moya *Macrobrachium tenellum* (Decápoda: Palaemonidae) en el río San Pedro Mezquital, Nayarit, Mexico.2017Sep/Dic;27(3):2.
- García-Guerrero, et al. Los langostinos del género *Macrobrachium tenellum* con importancia económica y pesquera en América Latina: conocimiento actual, rol económico y conservación.2013;41(4)3.
- Davassi. Supervivencia y crecimiento del camarón de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii* en relación con diferente composición de nutrientes. *Revista de Ciencias Pecuarias y Acuáticas*.2011Jun;6(6):7.
- Urbano, at al. Crecimiento del camarón de agua dulce *Macrobrachium jelski* en algunos cultivos. *Revista SciELO*.2010Jun;28(2):3.
- Arana-Flores, at al. Índice de mortalidad en cultivo del camarón gigante de agua dulce (*Macrobrachium rosenbergii*) en estanques seminaturales en Loreto, Perú. *Revista UCP*.2013Jul/Dic;3(2):8.
- Álvarez-Peña, at al. Efectos de variación de proteínas y lípidos en dietas para *Macrobrachium tenellum*, respecto a indicadores reproductivos. *Revista SciELO*.2023ene/abr;10(1):4.
- Valverde José y Varela Alexander. Efectos de la densidad de siembra en la productividad y rentabilidad del langostino *Macrobrachium rosenbergii* en la fase de engorde en estanques, Costa Rica. *Revista SciELO*.2020jul-sep;31(3):6.
- Espinosa. La acuicultura como activo económico y social. *Revista Dialnet*.2020;(33):1.
-

- Pérez-Castro, at al. Cultivo del langostino de *Macrobrachium tenellum*, alimentado con *Artemia franciscana* la cual a su vez fue alimentada con dietas unialgales y mixtas de microalgas. *Revista Clamati*.2014abr;5(2):3.
- García-Guerrero, at al. Los langostinos del genero *Macrobrachium* con importancia económica y pesquera en América Latina: conocimiento actual, rol ecológico y conservación. *Revista SciELO*.2013sep;41(4):5.
- Rodríguez-Uribe, at al. Efectos de una barrera antrópica sobre la migración río arriba del langostino anfídromo *Macrobrachium tenellum* en la costa Pacifico mexicano. *Revista SciElo*.2014jun;78(1):7.
- Chaurand-Espinosa, at al. Efectos del nivel proteico de la dieta sobre el desarrollo de juveniles de *Macrobrachium tenellum*. *Revista Dialnet*.2012;17(3):5.
- Puentes. Supervivencia del camarón blanco (*litopenaeus vannamei*) en relación con los parámetros de calidad del agua. *Revista REDEL*.2023ene/mar;7(1):7.
- García-Parra, at al. Efectos de los cambios ambientales de la temperatura y oxígeno disuelto en la producción semi-intensivo de camarón *litopenaeus vannamei*. *Acta pesquera*.2017dic;6(3):2.
- Juárez Rosales, at al. Factores técnicos del manejo de la calidad agua y sedimento el policultivo camarón-tilapia en estanques. *Revista MVZ*.2021nov;27(1):4.
- Hernández Moreno. Revisión sistemática del género *Macrobrachium* de la península de baja California, México. [Tesis de grado]. La Paz Baja California Sur: Centró de investigación biológicas del noroeste, s.c,2007.
- Gonzales García. Diferencias morfológicas entre poblaciones del langostino (*Macrobrachium tenellum*) en la costa Oaxaca, [Tesis de grado]. Costa Oaxaca. Centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo regional integral-unidad Oaxaca,2018.
- Valverde, at al. Policultivo del pocoyo (*Dormitator latifrons*) con tilapia roja (*Oreochromis spp.*) y langostino (*Macrobrachium rosenbergii*) en estanques de producción. *AquaTechnica*.2023;5(2):5.
- Merriros, at al. Evaluación de tres dietas con diferente contenido proteico en el cultivo de poslarvas del langostino de río *Macrobrachium rosenbergii*. *Revista SciELO*.2007jun;25(2):8.
- Davassi. Supervivencia y crecimiento del camarón de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii* en relación con diferente composición de nutrientes. *Revista de Ciencias Pecuarias y Acuaticas*.2011Jun;6(6):7.
-

- Dionate-Farduño, et al. Crecimiento y mortalidad del langostino moya *Macrobrachium tenellum* (Decápoda: Palaemonidae) en el río San Pedro Mezquital, Nayarit, México. 2017 Sep/Dic;27(3):2.
- Daniel Espinosa-Chaurand L, Vargas-Ceballos MA, Guzmán-Arroyo M, Nolasco-Soria H, Carrillo-Farnés O, Chong-Carrillo O, et al. Estado del conocimiento de *Macrobrachium tenellum* Biología y cultivo de *Macrobrachium tenellum*: Estado del arte Biology and culture of *Macrobrachium tenellum*: State of the art. Vol. 21. 2011.
- Mateos Guerrero D, Martínez-Cruz M, Pérez-Campos E, García-Guerrero M, de los Santos-Romero R, Solórzano-Mata C, et al. Molecular signature of the ontogenic development of the prawn *Macrobrachium tenellum*. PeerJ. 2023 Nov 7;11:e16344.
- Vargas-Ceballos MA, Guerrero-Galván SR, Ponce-Palafox JT, López-Huerta J, Cortés-Jacinto E, Badillo-Zapata D, et al. The different morphotypes in males of the freshwater prawn *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) in Mexico. Journal of Crustacean Biology. 2021 Sep 1;41(3).
- De los Santos Romero RB, Garcia Guerrero M, Vega Villasante F, Nolasco Soria H. Effect of dietary chitin on digestive enzyme activity, growth and survival of *Macrobrachium tenellum* juvenile prawns. Lat Am J Aquat Res. 2017 Mar 10;45(1):130–8.
- Pena Herrejon G, Sanchez Velazquez J, Garcia Trejo J, Soto Zarazua G, Rico Garcia E. Effect of stocking density on growth and survival of the prawn *Macrobrachium tenellum*, cultured in a recirculating aquaculture system. Lat Am J Aquat Res. 2019 May 10;47(2):342–8
- Meza-Sánchez IG, Maeda-Martínez AM, Obregón-Barboza H, García-Velazco H, Rodríguez-Almaraz GA, Ruiz-Campos G, et al. The systematics of the amphidromous shrimp *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) from the Mexican Pacific slope. Journal of Crustacean Biology. 2024 Mar 1;44(1).
- Hernandez Sandoval P, Diaz F, Re Araujo A, Lopez Sanchez JA, Martinez Valenzuela M, Garcia Guerrero M, et al. Thermal preference, critical thermal limits, oxygen routine consumption and active metabolic scope of *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) maintained at different acclimation temperatures. Lat Am J Aquat Res. 2018 Jul 10;46(3):558--569.
- Hernández Sandoval P, Peraza Gómez V, Bacasegua-Villegas I, Armenta-Valenzuela E, Martínez-Valenzuela C, Alanis-Escalante J, et al. Termorregulación, termotolerancia y tasa metabólica de adultos de *Macrobrachium tenellum*. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. 2018 Apr 24;5(14):353–63.
- Vega-Villasante F, Martínez-López EA, Espinosa-Chaurand LD, Cortés-Lara MC, Nolasco-Soria H, México G. CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DEL LANGOSTINO (*Macrobrachium*
-

- tenellum) EN CULTIVOS EXPERIMENTALES DE VERANO Y OTOÑO EN LA COSTA TROPICAL DEL PACÍFICO MEXICANO [GROWTH AND SURVIVAL OF PRAWN (*Macrobrachium tenellum*) IN EXPERIMENTAL CULTURES DURING SUMMER AND AUTUMN IN THE TROPICAL MEXICAN PACIFIC COAST]. Vol. 14, Tropical and Subtropical Agroecosystems. 2011.
- Edilmar Cortés Jacinto. AVANCES EN LA BIOTECNOLOGÍA DEL CULTIVO SUSTENTABLE DEL LANGOSTINO DE RIO, *Macrobrachium americanum*: NUTRICIÓN, ALIMENTACIÓN, Y REPRODUCCIÓN. 4th ed. La Paz; 2019.
- Fernando Vega-Villasante. Acuicultura del langostino *Macrobrachium tenellum*. CONSEJO ESTATAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL ESTADO DE JALISCO (COECYTJAL). 2011;
- Peña-Almaraz OA, Vega-Villasante F, Espinosa-Magaña AF, Guerrero-Galván SR, Vargas-Ceballos MA. Efecto de variación de proteínas y lípidos en dietas para *Macrobrachium tenellum*, respecto a indicadores reproductivos. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 2023 Mar 19;10(1).
- Francisco Javier Paredes Vallejo. Evaluación del crecimiento de *Macrobrachium americanum* con alimentación a tres niveles de profundidad. [palmira]; 2019.
- Álvarez-Peña, at al. Efectos de variación de proteínas y lípidos en dietas para *Macrobrachium tenellum*, respecto a indicadores reproductivos. *Revista SciELO*.2023ene/abr;10(1):4.
- Arana-Flores, at al. Índice de mortalidad en cultivo del camarón gigante de agua dulce (*Macrobrachium rosenbergii*) en estanques seminaturales en Loreto, Perú. *Revista UCP*.2013Jul/Dic;3(2):8.
- Pérez-Castro, at al. Cultivo del langostino de *Macrobrachium tenellum*, alimentado con *Artemia franciscana* la cual a su vez fue alimentada con dietas unialgales y mixtas de microalgas. *Revista Clamati*.2014abr;5(2):3.
- Juárez Rosales, at al. Factores técnicos del manejo de la calidad agua y sedimento el policultivo camarón-tilapia en estanques. *Revista MVZ*.2021nov;27(1):4.
- Hernández Moreno. Revisión sistemática del genero *Macrobrachium* de la península de baja California, México. [Tesis de grado]. La Paz Baja California Sur: Centró de investigación biológicas del noroeste, s.c,2007.
- Urbano, at al. Crecimiento del camarón de agua dulce *Macrobrachium jelski* en algunos cultivos. *Revista SciELO*.2010Jun;28(2):3.
-

- Jáuregui-Velázquez EE, Bárcenas-Gutiérrez SQ. Estructura de tallas de *Macrobrachium tenellum* (Decapoda: Palaemonidae) en el estero El Salado, Puerto Vallarta, Jalisco, México. *Biociencias Biotecnol Cienc Tecnol (BIOCYT)*. 2017;10(37):656–671.
- Garduño Dionate M, Pérez Velázquez PA, Lorán Núñez RM, Martínez Isunza FR. Crecimiento y mortalidad del langostino moya *Macrobrachium tenellum* (Decápoda: Palaemonidae) en el río San Pedro Mezquital, Nayarit, México. *Hidrobiológica*. 2017;27(3):359–367.
- Peña-Almaraz OA, Vega-Villasante F, Espinosa-Magaña AF, Guerrero-Galván SR, Vargas-Ceballos MA. Efecto de variación de proteínas y lípidos en dietas para *Macrobrachium tenellum*, respecto a indicadores reproductivos. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 2023;10(1):e2794.
- Espinosa-Chaurand D, Vega-Villasante F, Nolasco-Soria H, Carrillo-Farnés O. Niveles de proteína en dietas balanceadas para pre-adultos de langostino *Macrobrachium tenellum*. *Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México (PCTI)*. 2013;6(138):1–5.
- Vega-Villasante F, Martínez-López EA, Espinosa-Chaurand LD, Cortés-Lara MC, Nolasco-Soria H. Crecimiento y supervivencia del langostino (*Macrobrachium tenellum*) en cultivos experimentales de verano y otoño en la costa tropical del Pacífico mexicano. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 2011;14(2):581–588.
- Ponce-Palafox JT, Arredondo-Figueroa JL, Vega-Villasante F, Nolasco-Soria H. *Biología y cultivo de Macrobrachium tenellum: Estado del arte*. *Hidrobiológica*. 2011;21(2):193–206.
-