

Influencia de la composición iónica en aguas de pozo sobre el desarrollo inicial de *Penaeus vannamei* bajo condiciones de baja salinidad

Influence of ionic composition in well water on the initial development of *Penaeus vannamei* under low salinity conditions.

Influência da composição iônica da água de poço no desenvolvimento inicial de *Penaeus vannamei* em condições de baixa salinidade

Vera Bravo, Mercy Yamileth
Comercial Erazo

verabravom@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7776-3522>



Intriago Villavicencio, Jorge Stalin
Investigador Independiente

jorgev.intriago@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-9571-4350>



Vargas Castillo, José Luis
Manacao S.A.

galocastillo97@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-3905-6556>



Aguirre Mite, Félix Aldahir
Investigador Independiente

felix.aguirre2016@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0006-1863-963X>



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/nE1/742>

Como citar:

Vera Bravo, M. Y., Intriago Villavicencio, J. S., Vargas Castillo, J. L., & Aguirre Mite, F. A. (2025). Influencia de la composición iónica en aguas de pozo sobre el desarrollo inicial de *Penaeus vannamei* bajo condiciones de baja salinidad. *Código Científico Revista De Investigación*, 6(E1), 1155–1176. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/nE1/742>.

Recibido: 23/02/2025

Aceptado: 13/03/2025

Publicado: 31/03/2025

Resumen

La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de acuicultura de la Facultad de Ciencias Pecuarias y biológicas (FCPB) perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, el objetivo fue evaluar la influencia de la composición iónica en aguas de pozo sobre el desarrollo inicial de *Penaeus vannamei* bajo condiciones de baja salinidad, se empleó un Diseño Completo al Azar bajo condiciones controladas de laboratorio, siendo el T1 (Control), T2 (0.1 mg Ca²⁺, 1.2 mg Mg²⁺, 0.4 mg K⁺), T3 (0.2 mg Ca²⁺, 2.2 mg Mg²⁺, 0.8 mg K⁺), T4 (0.4 mg Ca²⁺, 4.2 mg Mg²⁺, 1.4 mg K⁺), Se emplearon 12 gavetas de 70 Lt con una densidad de 50 post-larvas /gaveta para un total de 600 post larva número 12 distribuidas en 4 tratamientos de balance iónico de agua de pozo con 3 repeticiones, los resultado para las variables de fisiología y bienestar de organismos presentó mayor presencia de necrosis 31%, azuladas 37%, con cromatóforos extendidos 39% en los tratamientos con agua de pozo; en los parámetros de supervivencia, peso final y eficiencia alimentaria se vieron significativamente afectados por las dosis de estos nutrientes, aunque no se observaron diferencias en el crecimiento en longitud ni en la eficiencia alimenticia, indicando que estos aspectos no son influenciados por las variaciones en las dosis; en los parámetros de calidad de agua estuvieron dentro de los rangos óptimos, los datos evidencian que se debe ajustar el balance iónico de las aguas de pozo para mejorar los niveles de supervivencia de los peces.

Palabras clave: bioquímica del agua, equilibrio electrolítico, minerales, iones.

Abstract

The research was carried out in the aquaculture laboratory of the Faculty of Livestock and Biological Sciences (FCPB) belonging to the State Technical University of Quevedo, the objective was to evaluate the influence of ionic composition in well water on the initial development of *Penaeus vannamei* under low salinity conditions, a Complete Randomized Design was used under controlled laboratory conditions, being T1 (Control), T2 (0.1 mg Ca²⁺, 1.2 mg Mg²⁺, 0.4 mg K⁺), T3 (0.2 mg Ca²⁺, 2.2 mg Mg²⁺, 0.8 mg K⁺), T4 (0.4 mg Ca²⁺, 4.2 mg Mg²⁺, 1.4 mg K⁺), 12 trays of 70 Lt were used with a density of 50 post-larvae /gavet for a total of 600 post-larvae number 12 distributed in 4 treatments of ionic balance of well water with 3 repetitions, the results for the variables of physiology and well-being of organisms presented greater presence of necrosis 31%, bluish 37%, with chromatophores extended 39% in the treatments with well water; The parameters of survival, final weight and feed efficiency were significantly affected by the doses of these nutrients, although no differences were observed in the growth in length or feed efficiency, indicating that these aspects are not influenced by variations in the doses; the parameters of water quality were within the optimal ranges, the data show that the ionic balance of the well water should be adjusted to improve the survival levels of the fish.

Keywords: water biochemistry, electrolyte balance, minerals, ions.

Resumo

A pesquisa foi realizada no laboratório de aquicultura da Faculdade de Ciências Biológicas e da Pecuária (FCPB) pertencente à Universidade Técnica Estadual de Quevedo, o objetivo foi avaliar a influência da composição iônica da água de poço no desenvolvimento inicial de *Penaeus vannamei* em condições de baixa salinidade, foi utilizado um Delineamento Inteiramente Casualizado em condições controladas de laboratório, sendo T1 (Controle), T2 (0.1 mg Ca²⁺, 1,2 mg Mg²⁺, 0,4 mg K⁺), T3 (0,2 mg Ca²⁺, 2,2 mg Mg²⁺, 0,8 mg K⁺), T4 (0,4 mg Ca²⁺, 4,2 mg Mg²⁺, 1.4 mg K⁺), foram utilizados 12 tabuleiros de 70 Lt com uma densidade de 50 pós-larvas /gaveta para um total de 600 pós-larvas número 12 distribuídas em 4 tratamentos de equilíbrio iônico de água de poço com 3 repetições, os resultados para as variáveis de fisiologia e bem-estar dos organismos apresentaram maior presença de necrose

31%, azulado 37%, com cromatóforos estendidos 39% nos tratamentos com água de poço; Os parâmetros de sobrevivência, peso final e eficiência alimentar foram significativamente afetados pelas doses desses nutrientes, embora não tenham sido observadas diferenças no crescimento em comprimento ou na eficiência alimentar, indicando que esses aspectos não são influenciados por variações nas doses; os parâmetros de qualidade da água estavam dentro das faixas ótimas, os dados mostram que o balanço iônico da água de poço deve ser ajustado para melhorar os níveis de sobrevivência dos peixes.

Palavras-chave: bioquímica da água, equilíbrio eletrolítico, minerais, iões.

Introducción

Se prevee que la producción mundial de camarón aumentará un 19% entre el período base 2012-14 y 2024, alcanzando 191 millones de toneladas métricas (TM). Se espera que la acuicultura sea el principal impulsor de este aumento, con una producción proyectada de 96 millones de toneladas para 2024, un aumento del 38% con respecto al período base. Las características productivas de camarones son favorables lo que han permitido que sea cultivado de manera intensiva con excelentes resultados en países como Colombia, Brasil, Panamá, Ecuador entre otros (Tizol *et al.* 2023). La mayor productividad de camarón se registra en la India con un total de 35.000 toneladas.

De los diversos cultivos acuícolas, el cultivo de camarón es la actividad de mucha importancia para esta industria, provee de proteína animal de excelente valor nutricional por la calidad de su músculo, con ello se aporta a la seguridad alimentaria a nivel global (Faillace *et al.* 2016). La camaronicultura contribuye al crecimiento económico a los países en vías de desarrollo al generar fuentes de empleo con la producción de camarón *Penaeus vannamei* (Patil *et al.* 2020).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Ecuador se encuentra entre los principales productores de camarón (FAO 2020). Según la CAMAE (2023) Con una exportación histórica de 2.141'316.957 libras de camarón entre enero y noviembre del 2023, Ecuador batió un nuevo récord que afianza al ahora principal producto de exportación no petrolera del país. Los principales compradores de camarón

ecuatoriano son China, Estados Unidos y España, pero las exportaciones se envían a más de 40 países de todo el mundo (Velásquez López et al. 2023).

Penaeus vannamei, es endémico del Océano Pacífico oriental, se extiende desde el Golfo de California hasta el noreste de Perú, se adapta a condiciones de cultivo, con un manejo tecnificado se obtienen los mejores rendimientos de productiva (Shin et al. 2023). Las investigaciones realizadas en condiciones de laboratorio tienen la finalidad de estudiar su comportamiento fisiológico y su adaptación a diferentes condiciones físico-químicas del agua, cuando se analiza todo el proceso del cultivo de camarón se puede determinar varias etapas: etapa de maduración de reproductores y producción de nauplios, desarrollo de la larva hasta que alcanza tamaños y condiciones óptimas para ser sembradas o llevadas a procesos de engorde.

La etapa de pre-cría es una de las fases más importantes y críticas de este cultivo, la densidad de siembra varía de 110 a 115 postlarvas por litro de agua y es donde se presenta la mayor mortalidad de los camarones debido a la presencia de patógenos (Coello Ortiz 2020). Comprender cómo los diferentes niveles de iones de potasio (K^+) calcio (Ca^{2+}) y magnesio (Mg^{2+}) son esenciales para mantener el equilibrio osmótico y los procesos metabólicos del camarón, influyendo directamente en su supervivencia y crecimiento, especialmente en condiciones de baja salinidad, el impacto del balance iónico en las aguas de pozo busca establecer el punto óptimo para el cultivo de pre-crias del camarón blanco del Pacífico (*P. vannamei*) en condiciones de baja o cero salinidades.

Los parámetros fisicoquímicos (temperatura, pH, nitritos, fosfato, ionización del agua), deben ser controlados estos favorecen la alta supervivencia de los camarones (Gámez-Bayardo et al. 2021). Al igual que la salinidad en el cultivo de camarón es uno de los múltiples factores ambientales a monitorear. El conocimiento de estas variables permitirá garantizar condiciones que promuevan el desarrollo y crecimiento del crustáceo (Salinas et al. 2020).

Los resultados obtenidos de este trabajo de investigación permitieron determinar los balances óptimos en el contenido de iones en los diferentes tratamientos para el ensayo, resultando beneficioso pues se establece que para este sector productor camaronero ya se conozcan de primera mano cual es la calidad específica para obtener altos rendimientos en la producción.

Metodología

La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de acuicultura de la Facultad de Ciencias Pecuarias y biológicas (FCPB) Campus “La María”, perteneciente a Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el km 7 ½ de la Vía Quevedo – El Empalme, Recinto San Felipe, Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Entre las coordenadas 666862.47 Este y 9880225.04 Norte, en la Zona 17 M. A una altura de 73msnm.

La investigación fue de carácter experimental, en el que se realizaron ensayos para evaluar la influencia de la composición iónica en aguas de pozo sobre el desarrollo inicial de *Penaeus vannamei* bajo condiciones de baja salinidad, se realizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) bajo condiciones controladas de laboratorio, para ello se obtuvo los organismos de la empresa Biogemar S.A., ubicado en san Pablo, provincia de Santa Elena estos fueron trasladados con fundas de agua oxigenadas a las instalaciones de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, el experimento constó de 4 tratamientos donde T1: (control), T2: (0.1 mg Ca⁺², 1.2 mg Mg⁺², 0.4 mg K⁺), T3: (0.2 mg Ca⁺², 2.2 mg Mg⁺², 0.8 mg K⁺) y T4: (0.4 mg Ca⁺², 4.2 mg Mg⁺², 1.4 mg K⁺); Los parámetros de calidad del agua y los indicadores biológicos de los camarones se analizaron con la prueba General Linear Model (GLM) y el test LSD de Fisher; para la respuesta productiva y la supervivencia entre tratamientos se efectuó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

El experimento tuvo 12 recipientes de 40 litros en un sistema controlado de laboratorio, en el T1: (control) se utilizó agua de mar (35 ppm de salinidad), se sembraron 50 postlarvas por tanque, con aireación constante mediante un blower y difusores para distribuir oxígeno eficientemente; el agua suministrada durante todo el desarrollo experimental fue depositada en un reservorio de agua salada para el control cuya capacidad fue de 1 m³ (1000 Lt). El agua de pozo fue obtenida de las instalaciones de la Universidad al que se añadió calcio y potasio para obtener los diferentes niveles de cationes requeridos para el tratamiento T2, T3 y T4.

Los camarones utilizados en los tratamientos tuvieron condiciones de 0 ppm de salinidad, excepto en el tratamiento control, la adaptación se realizó en agua de pozo con distintos balances de cationes, se seleccionaron al azar mediante un cedazo, contados y pesados con una balanza analítica antes de ser transferidos a un recipiente con 1000 ml de agua de laboratorio, luego, se añadieron 500 ml de agua de tanque y tras dos minutos, se evaluó su estado fisiológico, los organismos que resistieron la aclimatación fueron transferidos a sus respectivos tanques a una densidad de 50 organismos por repetición, la aclimatación de organismos de baja salinidad (2 ppt) a agua de pozo sin salinidad se realizó en 60-72 horas, reduciendo 1 ppm cada dos horas, con medición mediante un refractómetro ATC 0-28%. Para balancear los cationes del agua de pozo para los tres tratamientos restantes, se analizó su composición en el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIAP), con base en la fórmula de Ceballos et al. (2012) y los resultados de los análisis obtenidos en INIAP, se procedió a añadir calcio y potasio para optimizar las condiciones del cultivo de postlarvas de *P. vannamei* a 1-2 ppm de salinidad, en cuanto a la alimentación se realizó con el uso de un balanceado comercial Nicovita 0.8 mm 35% de proteína, esto se realizó todos los días en horarios de 8 am y 5 pm, la dosificación de alimento se realizó con una cantidad de alimento fijo suministrado al boleo.

Se tomaron diversas variables tales como: desarrollo fisiológico, presencia de patologías, parámetros zootécnicos tales como: peso final, talla final, ganancia de peso, incremento de peso, tasa de crecimiento específico, ganancia de talla, incremento de longitud, factor de condición, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia, tasa de eficiencia proteica. Tambien se evaluaron parámetros fisicoquímicos del agua de pozo.

Resultados

1.1. Desarrollo fisiológico y la presencia de patologías

La variable de necrosis registró diferencias significativas ($P < 0.05$) siendo el tratamiento T2 (0.1 mg Ca^{+2} , 1.2 mg Mg^{+2} , 0.4 mg K^{+}) el mayor afectado con un valor de 31.84 ± 4.1 a diferencia del tratamiento control T4 (0.4 mg Ca^{+2} , 4.2 mg Mg^{+2} , 1.4 mg K^{+}), el cual registro la menor afectación con un valor de 14.78 ± 5.2 frente al T control (0 mg de Ca^{+2} , Mg^{+2} y K^{+}); respecto de la variable de azuladas se identificó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos siendo el T2 (0.1 mg Ca^{+2} , 1.2 mg Mg^{+2} , 0.4 mg K^{+}) el mayor afectado con un valor de 37.73 ± 2.7 , la menor afectación lo registro el T4 (0.4 mg Ca^{+2} , 4.2 mg Mg^{+2} , 1.4 mg K^{+}) con un valor de 9.34 ± 4.7 a diferencia del tratamiento control T1 (0 mg de Ca^{+2} , Mg^{+2} y K^{+}), en la variable de cromatóforos expandidos de la misma manera existió diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos siendo el T2 (0.1 mg Ca^{+2} , 1.2 mg Mg^{+2} , 0.4 mg K^{+}) el que indico un valor de 39.20 ± 2.7 a diferencia del tratamiento control (0 mg de Ca^{+2} , Mg^{+2} y K^{+}) que registro un valor de 13.57 ± 3.6 (Tabla 1)

Para las variables de intestino lleno también se cuantifico diferencias significativas ($P < 0.05$) siendo el tratamiento T3 (0.2 mg Ca^{+2} , 2.2 mg Mg^{+2} , 0.8 mg K^{+}) que registro un valor de 41.20 ± 3.9 a diferencias del tratamiento control (0 mg de Ca^{+2} , Mg^{+2} y K^{+}) que registro un valor de 32.52 ± 3.8 , respecto de la variable de intestino semilleno se identificó diferencias significativas ($P < 0.05$) el mayor valor lo cuantifico el tratamiento control T1 (0 mg de Ca^{+2} ,

Mg⁺² y K⁺) 12.43±1.4 a diferencia de los tratamientos con balance iónico que registraron los menores valores (Tabla 1).

En la variable de intestino vacío también se demostró diferencias significativas, el mayor valor lo registro el tratamiento T2 (0.1 mg Ca⁺², 1.2 mg Mg⁺², 0.4 mg K⁺) con un valor de 10.60±5.6 a diferencia del T1 (0 mg de Ca⁺², Mg⁺² y K⁺) que registro un valor de 6.21±1.4, la variable de exuviación demostró diferencia significativa (P < 0.05) el mayor valor se registró en el tratamiento (control) que obtuvo un valor de 45.00±1.8, a diferencia del tratamiento T4 (0.4 mg Ca⁺², 4.2 mg Mg⁺², 1.4 mg K⁺) con un valor de 42.81±3.4 (Tabla 1).

Tabla 1.

*Condición fisiológica y aparición de enfermedades en postlarvas de *Penaeus vannamei* criadas en agua de pozo*

Variable	Necrosis %	Azuladas %	CE %	I. lleno %	I. semilleno %	I. vacío %	Exuviación %
T1	39.20±7.2a	32.94±0.6b	13.57±3.6a	32.52±3.8 ^a	12.43±1.4c	6.21±1.4a	45.00±5.2b
T2	31.84±4.1b	37.73±2.7c	39.20±4.5c	30.50±2.9 ^a	9.60±8.3b	10.60±5.6c	38.14±4.5a
T3	28.56±3.7b	28.78±6.1b	31.45±4.6b	41.20±3.9b	4.60±2.6a	4.13±15.7bc	37.46±1.8a
T4	14.78±5.2a	9.34±4.7a	14.80±4.1a	31.26±2.4 ^a	11.20±5.7b	8.54±6.6ab	42.81±3.4b
CV (%)	9.70	8.35	12.93	4.18	13.42	26.65	17.83
P valor	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.7165	0.0003	0.0018	<0.0001

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05). Necrosis, Azuladas, CE: Cromatóforos expandidos, I. lleno: Intestino lleno, I. semilleno: Intestino semilleno, I. vacío: Intestino vacío, Exuviación (Autores, 2025).

1.2. Parámetros zootécnicos de postlarvas de *Penaeus vannamei*

Los parámetros de supervivencia, peso final, ganancia de peso, incremento de peso, factor de condición y conversión alimenticia, presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, lo cual indica que las diferentes dosis de Ca²⁺, Mg²⁺ y K⁺ influyen en estos aspectos zootécnicos, no se encontraron diferencias significativas en la talla final, ganancia de talla, incremento de longitud, tasa de crecimiento específico y la eficiencia alimenticia,

sugiriendo que estos parámetros no se ven afectados por las variaciones en las dosis de estos nutrientes, respecto a la supervivencia, se registró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, dónde el mayor promedio se obtuvo en el tratamiento 1 (control) con un valor de 93.33% de supervivencia con respecto a los tratamientos con balance iónico que obtuvieron un rango de (55,56 - 64,44%) (Tabla 2).

En lo que respecta al peso final (PF) y la ganancia de peso (GP), se observan diferencias significativas ($p = 0.0102$), lo que indica que los tratamientos influyen de manera clara en el crecimiento de las postlarvas. Aunque la talla final (TF) y la ganancia de talla (GT) no presentan diferencias significativas, el incremento de peso (IP) sí lo hace ($p = 0.0096$), lo que refuerza la idea de que el aporte de nutrientes afecta principalmente el crecimiento ponderal, más que el longitudinal, los parámetros relacionados con la condición y conversión alimenticia, tanto el factor de condición (FC) como la conversión alimenticia (CA) muestran diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0.0038$ y $p = 0.0432$, respectivamente), lo que sugiere que el manejo de las dosis de Ca^{2+} , Mg^{2+} y K^{+} tiene un impacto positivo en la eficiencia del uso de los alimentos; sin embargo, la eficiencia alimenticia (EA) no muestra diferencias significativas, lo que indica que este parámetro no está directamente influenciado por los tratamientos (Tabla 2).

Tabla 2.

*Parámetros zootécnicos de postlarva de *Penaeus vannamei* criados en agua de pozo*

Bal ance iónic o	Superviv encia (%)	PF (mg)	TF (mm)	GP (mg)	I.P. (%)	TCE	GT (mm)	IT (%)	FC	CA	EA
T1	93.33±1.0	1233.33 ±0.1	31.30± 0.27	1143.33± 0.08	7.90±0 .5	3.81±0 .3	2.00±0 .3	57.30± 8.4	3.96±0 .5	1.57± 0.1	0.04±0 .01
T2	62.22±7.7	1183.33 ±0.0	29.33± 0.10	1093.33± 0.04	9.01±0 .33	3.33±0 .1	1.72±0 .1	65.87± 4.3	3.82±0 .03	1.90± 0.1	0.04±0 .01
T3	55.56±10. 2	1100.00 ±0.0	28.83± 0.07	1010.00± 0.04	9.23±0 .4	3.26±0 .1	1.81±0 .09	62.33± 4.6	3.64±0 .2	1.85± 0.1	0.04±0 .01

T4	64.44±10.2	1090.00±0.0	28.50±0.09	1000±0.03	8.29±0.2	3.62±0.09	1.78±0.1	63.48±4.7	4.05±0.2	1.88±0.1	0.05±0.01
CV (%)	11.57	4.27	5.38	4.63	4.49	4.44	9.24	9.21	6.83	4.60	12.83
P valor	0.0006	0.0102	0.2315	0.0102	0.0096	0.0102	0.2768	0.3725	0.3236	0.0038	0.0432

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). PF: Peso final, Talla final, GP: ganancia de peso, IP: incremento de peso, TCE: tasa de crecimiento específico, GT: ganancia de talla, IT: incremento de longitud, FC: factor de condición, CA: conversión alimenticia, EA: eficiencia alimenticia, TEP: tasa de eficiencia proteica (Autores, 2025).

1.3. Parámetros fisicoquímicos de aguas de pozo, óptimos para el cultivo de postpostlarvas de *Penaeus vannamei*

En los parámetros del agua con respecto a las variables de temperatura, salinidad y pH no se reportaron diferencias significativas en ninguno de los tratamientos con respecto al control sin embargo los valores se encontraron dentro del rango óptimo para el cultivo de *P. vannamei*, sin embargo, todos los tratamientos se encontraron dentro de los parámetros óptimos de cultivo. En la variable de oxígeno se evidencio diferencias significativas ($P < 0,05$) donde el mayor valor se registró en el tratamiento T3 (0.2 mg Ca^{+2} , 2.2 mg Mg^{+2} , 0.8 mg K^{+}) y T4 (0.4 mg Ca^{+2} , 4.2 mg Mg^{+2} , 1.4 mg K^{+}) con respecto al valor registrado en el Tratamiento control T1 (0 mg de Ca^{+2} , Mg^{+2} y K^{+}) (Tabla 3).

Tabla 3

Características fisicoquímicos de los tratamientos con aguas de pozo

Balance iónico	Temperatura °C	Oxigenos mg/L	pH
T1	25.7 ± 0.57	5.15 ± 0.71	8.45 ± 0.24
T2	25.63 ± 0.26	5.20 ± 0.23	8.96 ± 0.05
T3	25.47 ± 0.06	5.27 ± 0.25	8.78 ± 0.07
T4	25.43 ± 0.11	5.12 ± 0.14	8.61 ± 0.05
CV	2.45	5.2	1.88
Valor $F_{0.05}$	2.53	23.5	3.40
Valor de P	0.1541	0.005	0.0943

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) (Autores, 2025).

Discusión

Las fases de crecimiento del camarón abarcan las etapas larvales, postlarva, juvenil y adulta, siendo crucial el cuidado especialmente en las primeras etapas para un desarrollo óptimo. El éxito en el desarrollo de las postlarvas de camarón *P. vannamei* requiere condiciones específicas, tales como una temperatura del agua superior a 20 °C, una salinidad adecuada y una alimentación balanceada (Ochoa-Pereira *et al.*, 2023).

Miranda *et al.*, (2010) mencionan que una de las ventajas del cultivo en agua dulce es la posibilidad de extender la camaronicultura tierra adentro, lejos de áreas costeras en donde los virus ocurren naturalmente en el ambiente y en donde, por la distancia entre las granjas, surgen conflictos generados por el uso común de tomas de agua y recirculan efluentes que incrementan la posibilidad de la introducción y la diseminación de patógenos, la investigación se reportó presencia de postlarvas de *P. vannamei* con necrosis 31.8%, azuladas 37.73% y cromatóforos expandidos 39.2% en postlarvas cultivadas en agua de pozo con balance iónico, lo que se asocia a alteraciones en los parámetros físicos químicos del medio de cultivo. Mantaring *et al.*, (2024) comenta que la presencia de necrosis en postlarvas de camarón blanco *P. vannamei* puede ser un signo preocupante de problemas de salud en el cultivo. La necrosis, o muerte celular, puede ocurrir debido a diversas causas, que van desde condiciones ambientales desfavorables hasta infecciones bacterianas o fúngicas caracterizada por mortalidades repentinas y masivas generalmente dentro de los 30 a 35 días posteriores a la siembra de postlarvas (PL).

Con respecto a la presencia de postlarvas con un tono azulado puede ser indicativa de diversos factores que afectan al proceso de acuicultura entre estos la temperatura, la salinidad, los niveles de oxígeno disuelto y las malas prácticas de alimentación, el estrés ambiental también puede desempeñar un papel significativo en la pigmentación anormal de las postlarvas . Factores como cambios bruscos en las condiciones del agua, altas densidades de cultivo, mala

calidad del agua y manipulación excesiva pueden provocar estrés en los camarones, manifestándose en cambios en su coloración (Ma *et al.*, 2013). Con relación a los cromatóforos expandidos estas son células especializadas responsables de la pigmentación en los camarones y otros organismos marinos. La expansión de estos cromatóforos puede ocurrir en respuesta a factores como el estrés, cambios en la calidad del agua, la alimentación o la presencia de depredadores (Peña-Navarro y Varela-Mejías 2016). En otra investigación se detectaron cambios de la coloración del cuerpo, donde los bordes de los pleópodos, urópodos, telson, escamas antenales y pleuras se tornaron rojizos, mientras que la musculatura abdominal mostró una coloración opaca al investigar Prevalencia de enfermedades en el camarón de cultivo *P. vannamei* en Cuba (Ovando Solís *et al.*, 2012).

Mientras que el porcentaje de intestino lleno 41.20%, intestino semi lleno 9.60% e intestino vacío 4.13% en postlarvas de *P. vannamei* indica el estado de alimentación y salud de las postlarvas. En postlarvas con buena salud, se espera que presenten el intestino lleno, lo que sugiere una alimentación continua y agresiva. Por otro lado, un intestino semi lleno podría indicar un proceso de alimentación más lento o menos eficiente, mientras que un intestino vacío podría ser un signo de estrés o problemas de alimentación en las postlarvas (Garibay-Valdez *et al.*, 2020). En otra investigación reportaron valores similares al nuestro referente al intestino lleno representando del 40 al 60% al investigar indicadores de condición larvaria aplicados al camarón de río del norte *Cryphiops caementarius*, en condiciones de cultivo controlado (Morales y Meruane 2012). Respecto a la exuviación, Sorroza *et al.*, (2019) indicaron que la exuviación es crucial para la supervivencia de las postlarvas, y que un porcentaje superior al 90% se asocia con tasas de supervivencia del 90% a 95% en condiciones óptimas de cultivo, como en raceways con densidades adecuadas de siembra. De igual forma, el estadio de intermuda presenta los mejores resultados en términos de supervivencia, alcanzando hasta un 100% en ciertas condiciones experimentales, esto sugiere que los momentos adecuados para

evaluar la exuviación son críticos para maximizar la supervivencia de *P. vannamei* (Burbano-Gallardo *et al.*, 2015)

Para lograr un cultivo exitoso de *P. vannamei* en aguas de baja salinidad, es fundamental evaluar la composición iónica del agua y asegurar un balance iónico adecuado. Los camarones son organismos osmorreguladores que mantienen su concentración iónica interna a pesar de las fluctuaciones del medio ambiente (Jaime-Ceballos *et al.*, 2012). Los distintos cationes desempeñaron un papel crucial en el equilibrio iónico para el cultivo de *P. vannamei* en aguas de baja salinidad. Los iones calcio, magnesio, potasio, sodio, cloruro, sulfato, carbonato, bicarbonato, bromuro y borato son esenciales para mantener las condiciones óptimas para el crecimiento y la supervivencia de las gambas (Fierro-Sañudo *et al.*, 2018). Pimentel *et al.*, (2023) menciona que la proporción entre los iones calcio y magnesio es particularmente importante, siendo una proporción de 1:3-5 beneficiosa para el desarrollo de los camarones en cultivo. El ajuste de las concentraciones de estos iones principales en el agua de baja salinidad puede tener un impacto significativo en el rendimiento, la tasa de supervivencia y el crecimiento de *Penaeus vannamei*, ampliando en última instancia el rango de cultivo y promoviendo el desarrollo del cultivo de camarones (Velásquez *et al.*, 2023).

Dentro de los parámetros zootécnicos el tratamiento control fue el que presentó mejores resultados en supervivencia, peso final, ganancia de peso y conversión alimenticia; sin embargo, T4 destaca en el factor de condición y también tiene una supervivencia aceptable. McGraw *et al.*, (2002) indica que la edad de la larva es posiblemente uno de los puntos más críticos durante la aclimatación a bajas salinidad o en el punto de agua dulce. reporto diferencias significativas en la tasa de supervivencia de PL de 10 y 20 días cuando se acercan a niveles cercanos al punto de agua dulce, de hecho, también se ha sugerido que la aclimatación a salinidades cercanas al punto de agua dulce requiere más de 7 días de adaptación, lo que resulta en altas mortalidades cuando se aclimata a salinidades extremadamente bajas. Las PL

más pequeños son más susceptibles a alteraciones fisiológicas cuando se exponen a condiciones de estrés, mostrando una baja tasa de supervivencia.

En el presente estudio, la mayor supervivencia se registró en el tratamiento control (agua de mar) de 93.33% con respecto a los tratamientos con balance iónico que reportaron valores inferiores de (55.56 – 64.44)%. En otra investigación (Valenzuela-Madrigal *et al.*, 2017) reportó una supervivencia del 78% al evaluar el efecto de la composición iónica sobre el crecimiento y la supervivencia del cultivo de camarón blanco *P. vannamei* en agua de pozo de baja salinidad. En otra investigación Roy *et al.* (2007) al suplementar el potasio, magnesio y cloruro de sodio en dietas prácticas para el camarón blanco del Pacífico, *Penaeus*, criado en aguas de baja salinidad, no reportaron diferencias significativas en la supervivencia y el crecimiento entre los tratamientos. Concluyendo que la suplementación dietética de minerales esenciales para los procesos osmoregulatorios parece ser una práctica prometedora para mejorar el crecimiento y la supervivencia de *P. vannamei* cultivado en aguas de baja salinidad. Suguna (2020) menciona que los *P. vannamei* cultivados en aguas costeras no presentan problemas de deficiencia de minerales, ya que obtienen minerales adecuados para sus necesidades fisiológicas tanto de medio como de piensos, a diferencia de los camarones que se cultivan en aguas salinas bajas a menudo están estresados o letárgicos, incluso si se manejan suavemente o mueren lentamente. La etapa posterior a las postlarvas se considera importante para tolerar la salinidad, ya que tiene una buena capacidad osmorreguladora.

Así mismo, (Shiau y Hsieh 2001) indican que postlarvas 15-20 pueden tolerar la variación de la salinidad en lugar de PL 10-12. A través de una aclimatación adecuada, se puede lograr la tolerancia. La deficiencia mineral se puede identificar a través de los calambres y la muerte, que se debe principalmente a los desequilibrios iónicos en el agua de cultivo. Los *P. vannamei* cultivados en aguas bajas en salinas generalmente no obtendrán tales minerales ni del agua ni de los piensos, ya que no hay un alimento específico para los camarones cultivados

en aguas de baja sal Sowers *et al.*, (2005) mencionan que el potasio es el ion más importante para la supervivencia y el crecimiento de los camarones, especialmente para las postlarvas posteriores y su nivel mínimo de requisito es de la 1 ppm y se sabe que el uso de sal mixta que contiene cloruros de Na, K⁺ Cat y Mg²⁺ dio resultados prometedores en aguas salinas bajas. Otros resultados muestran que el crecimiento y la supervivencia aumentan mientras complementan los iones K⁺ igual a su concentración en salinidad equivalente. Se informa que la regulación osmótica en los camarones no se ve afectada en ambientes mixtos de sal y sal marina, incluso si está por debajo de 2 ppm. Otra opinión del investigador es que la baja salinidad no afecta a la regulación osmótica en *P. vannamei*. En general, la supervivencia de los camarones se correlaciona positivamente con iones como K, Mg y SO₄ y negativamente con la concentración de iones (Allen *et al.*, 2002).

A pesar de esto, la baja supervivencia en nuestros tratamientos se debe a que la presión osmótica puede ser un factor importante en el cultivo de camarones en agua de baja salinidad. La presión osmótica es la fuerza que actúa sobre las células de los organismos para mantener la homeostasis osmótica. En agua de baja salinidad, la presión osmótica puede ser más baja, lo que puede afectar el crecimiento y supervivencia de las postpostlarvas (Machado y Ceballos 2011). Respecto al peso, Rakhfid *et al.*, (2017) obtuvieron un valor promedio de 157 mg y al evaluar el crecimiento de larva de *P. vannamei* con diferentes densidades de siembre. Valores superiores reportaron (Valencia-Castañeda 2013) al evaluar la respuesta de *P. vannamei* a diferentes aguas de baja salinidad del noroeste de México, con un peso final de 201.3 mg y una tasa de crecimiento de 3.2 mg. Otros estudios demuestran que, en condiciones de baja salinidad (6-8 mg L⁻¹), el cultivo del camarón puede ser productivo, con una productividad que oscila entre 2,35 y 3,69 kg/m² y valores medios de crecimiento diario entre 0,26 y 0,36 g/día (Oliveira et al. 2022). El control de los parámetros de calidad del agua, como la temperatura, el pH y la salinidad, es crucial para la sostenibilidad del camarón, y los sistemas automatizados de

alimentación mejoran los resultados (Toruan y Galina 2023). El cultivo de camarón pata blanca *P. vannamei* en condiciones de baja salinidad es una práctica que se está volviendo popular en diversas regiones del mundo, la capacidad de la especie para prosperar en un rango de salinidad de 0.5 a 45 g L⁻¹, en aguas con un equilibrio iónico adecuado, la convierten en una alternativa viable para el cultivo en diversos ambientes acuáticos (González *et al.*, 2017).

Se han desarrollado técnicas como el control de la temperatura, la salinidad y el oxígeno disuelto, junto con estrategias de alimentación específicas, para mejorar el rendimiento y la calidad de *P. vannamei* en los sistemas de acuicultura, permitiendo la producción durante todo el año sin estar limitado por las condiciones naturales (Gil-Núñez *et al.* 2020). En nuestra investigación los parámetros del agua registrados fueron óptimos para el cultivo de *P. vannamei* con valores de temperatura 25 0C, Oxígeno disuelto 5 mg/L, salinidad 35 y 0 ppm, y un pH de 8.45. Valores similares registro Chakravarty *et al.*, (2016) al evaluar la variación espacial de los parámetros de calidad del agua de los estanques de cultivo de camarones con una temperatura que osciló entre 26,5 °C y 28 °C en los estanques. El pH varió de 6,95 a 8,38, el oxígeno disuelto varió de 4,4 a 8,6 mg/1. Gil-Núñez *et al.*, (2020) mencionan que el control óptimo de la temperatura, el pH y la alcalinidad se correlaciona positivamente con el crecimiento y la producción de camarones en aguas oligohalinas, lo que indica el potencial de aumento de la productividad con mejores prácticas de manejo. Sin embargo, la disminución de los niveles de salinidad puede inducir estrés en el camarón, afectando a las concentraciones de glucosa en la hemolinfa, siendo la salinidad de 6 ppm la óptima para minimizar el estrés durante los cambios de salinidad (Rum *et al.*, 2022). Sin embargo Arzola-González *et al.* (2016) mencionan que en cultivos de camarones en agua de baja salinidad puede aumentar el riesgo de enfermedades y parásitos, ya que las condiciones de baja salinidad pueden debilitar la inmunidad de los camarones.

Conclusión

La presente investigación permitió evaluar la influencia de la composición iónica del agua de pozo en el desarrollo inicial de *Penaeus vannamei* bajo condiciones de baja salinidad. Los resultados obtenidos evidenciaron que los diferentes tratamientos con ajustes iónicos generaron efectos significativos en variables fisiológicas, zootécnicas y de supervivencia en las postlarvas. Se observó que los niveles de calcio, magnesio y potasio impactaron en la salud y bienestar de los organismos, reflejándose en la incidencia de necrosis, coloración azulada y cromatóforos expandidos. Estos efectos adversos fueron más pronunciados en los tratamientos con menores concentraciones iónicas, lo que sugiere que un adecuado balance de estos elementos es fundamental para minimizar el estrés fisiológico y mejorar la adaptación de los camarones a las condiciones de baja salinidad.

El análisis de los parámetros zootécnicos reveló que la supervivencia fue significativamente superior en el tratamiento control con agua de mar, alcanzando el 93.33%, mientras que los tratamientos con agua de pozo y balance iónico mostraron valores menores, oscilando entre el 55.56% y el 64.44%. Esto indica que, si bien los ajustes iónicos permiten cierto grado de adaptación, no logran replicar completamente las condiciones óptimas del agua de mar para el desarrollo inicial de las postlarvas. Sin embargo, es destacable que el tratamiento T4, con la mayor concentración de cationes, presentó mejores resultados en supervivencia y parámetros fisiológicos en comparación con los otros tratamientos con agua de pozo, lo que sugiere que una mayor concentración de calcio, magnesio y potasio favorece la adaptación de los organismos.

En cuanto al crecimiento y la eficiencia alimentaria, se encontraron diferencias significativas en el peso final y la ganancia de peso, con los valores más altos en el tratamiento control. No obstante, la talla final y la ganancia de talla no mostraron variaciones significativas entre los tratamientos, lo que sugiere que el crecimiento en longitud no se ve tan afectado por

las variaciones en la composición iónica del agua como el crecimiento ponderal. La conversión alimenticia y el factor de condición también fueron significativamente mejores en el tratamiento control, lo que indica que la calidad del agua influye directamente en la eficiencia del uso del alimento y, por ende, en el desarrollo del camarón.

El análisis de los parámetros fisicoquímicos del agua demostró que las condiciones de temperatura, pH y salinidad se mantuvieron dentro de los rangos óptimos para el cultivo de *P. vannamei*, lo que descarta que estos factores hayan sido determinantes en las diferencias observadas entre los tratamientos. Sin embargo, se encontraron diferencias significativas en los niveles de oxígeno disuelto, siendo más elevados en los tratamientos con mayor balance iónico. Esto podría indicar que un mejor equilibrio de los cationes en el agua contribuye a mejorar la calidad del ambiente de cultivo, favoreciendo la oxigenación y, en consecuencia, la salud de los organismos.

Desde una perspectiva productiva, los hallazgos de este estudio resaltan la importancia de ajustar la composición iónica del agua de pozo para mejorar la supervivencia y el rendimiento del camarón en sistemas de baja salinidad. Si bien el agua de mar sigue siendo la opción más adecuada para el desarrollo inicial de las postlarvas, los resultados obtenidos sugieren que un adecuado balance de calcio, magnesio y potasio en aguas de pozo puede mitigar algunos de los efectos negativos asociados a la osmorregulación en condiciones de baja salinidad. En este sentido, futuras investigaciones deberían centrarse en optimizar las concentraciones de estos elementos para maximizar la supervivencia y el crecimiento del camarón, así como en evaluar el impacto de otros factores ambientales y nutricionales que podrían influir en su desarrollo.

Finalmente, la camaronicultura en aguas de baja salinidad representa una alternativa viable para la expansión de la industria acuícola en zonas donde el acceso al agua de mar es limitado. Sin embargo, para que esta práctica sea sostenible y rentable, es necesario continuar

investigando las estrategias más efectivas para mantener un equilibrio iónico adecuado, minimizando el estrés fisiológico y maximizando la productividad de los cultivos. Con base en los resultados de este estudio, se recomienda la implementación de protocolos de ajuste iónico en sistemas de cultivo en aguas de pozo, con especial énfasis en la proporción de calcio, magnesio y potasio, a fin de mejorar la adaptabilidad y el desempeño de *P. vannamei* en estas condiciones.

Referencias bibliográficas

- Coello Ortiz, J. V. (2020). *Evaluación económica del camarón (Litopenaeus vannamei) en el sistema de transferencia con precría en la parroquia Tenguel, provincia de Guayas*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala. Repositorio UT Machala. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15510>
- FAO. (2020). *FishStatJ software for fisheries and aquaculture statistical time series*. Food and Agriculture Organization (FAO).
- Arzola, G. J., Piña, V. P., Nieves, S. M., & Medina, J. M. (2013). Supervivencia de postlarvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* a diferentes salinidades y temperaturas. *Revista MVZ Córdoba*, 18(Supl.), 3618-3625. <https://doi.org/10.21897/rmvz.127>
- Burbano-Gallardo, E., Imués-Figueroa, M. A., Gonzalez-Legarda, E. A., Brito, L. O., Olivera Galvez, A., & Vinatea Arana, L. A. (2015). Supervivencia de poslarvas de *Litopenaeus vannamei* sometidas a la prueba de estrés osmótico y su relación con el estado de muda. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 50(2), 323-329.
- Faillace, J., Vergara, R., & Suarez, A. (2016). Evaluación de una fórmula alimenticia para camarón de cultivo (*Litopenaeus vannamei*) con inclusión de proteína vegetal a base de harina de soya. *AcuaTIC*, 44, 12-29.
- Fierro-Sañudo, J. F., De Oca, G. A. R. M., León-Cañedo, J. A., Alarcón-Silvas, S. G., Mariscal-Lagarda, M. M., Díaz-Valdés, T., & Páez-Osuna, F. (2018). Production and management of shrimp (*Penaeus vannamei*) in co-culture with basil (*Ocimum basilicum*) using two sources of low-salinity water. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 46(1), 63-71.
- Allen Davis, D., Saoud, P., McGraw, W., & Rouse, D. (2002). Considerations for *Penaeus vannamei* reared in inland low salinity waters. *Department of Fisheries and Allied Aquacultures*, 73-90.
- Gámez-Bayardo, S., Espinosa-Plascencia, A., & Jiménez-Edeza, M. (2021). Estudio de caso: Evaluación y efecto del alimento con oxitetraciclina preparado industrialmente y con un procedimiento establecido en granja sobre el desarrollo del camarón *Penaeus vannamei* y su acumulación en músculo y hepatopáncreas. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 24(e305), 1-13.

- Garibay-Valdez, E., Martínez-Porchas, M., Calderón, K., Gollas-Galván, T., Martínez-Córdova, L. R., Vargas-Albores, F., & Arvayo, M. A. (2020). Microbiota del tracto digestivo de camarones peneidos: una perspectiva histórica y estado del arte. *Biotecnia*, 22(1), 5-16.
- Gil-Núñez, J. C., Martínez-Córdova, L. R., Servín-Villegas, R., Magallon-Barajas, F. J., Bórquez-López, R. A., Gonzalez-Galaviz, J. R., & Casillas-Hernández, R. (2020). Production of *Penaeus vannamei* in low salinity, using diets formulated with different protein sources and percentages. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 48(3), 396-405.
- González-Félix, M. L., Perez-Velazquez, M., & Cañedo-Orihuela, H. (2017). The effects of environmental salinity on the growth and physiology of totoaba *Totoaba macdonaldi* and shortfin corvina *Cynoscion parvipinnis*. *Journal of Fish Biology*, 91(2), 510-527. <https://doi.org/10.1111/JFB.13358>
- Roy, L. A., Davis, D. A., Saoud, I. P., & Henry, R. P. (2007). Supplementation of potassium, magnesium and sodium chloride in practical diets for the Pacific white shrimp, *Penaeus vannamei*, reared in low salinity waters. *Aquaculture Nutrition*, 13(2), 104-113. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2095.2007.00460.X>
- Jaime-Ceballos, B., Cabrera-Machado, J., & Vega-Villasante, F. (2012). Cultivo tierra adentro de camarón marino *Penaeus vannamei*: Evaluación del agua de dos granjas acuícolas en Cuba. *REDVET*, 13(6), 1-17.
- Ma, Z., Wan, R., Song, X., & Gao, L. (2013). The effect of three culture methods on intensive culture system of Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*). *Journal of Ocean University of China*, 12(3), 434-440. <https://doi.org/10.1007/S11802-013-2321-7>
- Machado, C., & Ceballos, J. (2011). Cultivo a baja salinidad de postlarvas de *Penaeus vannamei* con diferentes relaciones de K⁺/Na⁺. *Centro de Investigación Pesquera*, 1-3. Recuperado el 7 de mayo de 2024, de <http://hdl.handle.net/1834/4149>
- Mantaring, S. D. A., Delos Santos, J. R. K., Estrella, R., Jose, J. P. G., Castro, I. J. L., Bigol, U. G., & Guzman, J. P. M. D. (2024). *Terminalia catappa* L. leaf extract interferes with biofilm formation of *Vibrio parahaemolyticus* and enhances immune response of *Penaeus vannamei* against acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND). *Aquaculture*, 579, 740266.
- McGraw, W. J., Davis, D. A., Teichert-Coddington, D., & Rouse, D. B. (2002). Acclimation of *Penaeus vannamei* postlarvae to low salinity: Influence of age, salinity endpoint, and rate of salinity reduction. *Journal of the World Aquaculture Society*, 33(1), 78-84.
- Miranda, I., Valles, J. L., Sánchez, R., & Álvarez, Z. (2010). Cultivo del camarón marino *Penaeus vannamei* en agua dulce. *Revista Científica*, 20(4), 339-346.
- Morales, M. C., & Meruane, J. (2012). Indicadores de condición larvaria aplicados al camarón de río del norte *Cryphiops caementarius*, en condiciones de cultivo controlado. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40(1), 730-742.
- Ochoa-Pereira, P. M., & Velásquez-López, P. C. (2023). Efecto del ayuno sobre la muda y la tasa de supervivencia en post-larvas del camarón *Penaeus vannamei*. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 58(1), 10-18.

- Oliveira, V. Q., Pimentel, O. A. L. F., do Rêgo Oliveira, C. R., dos Santos, E. P., Pereira, A. M. L., Gálvez, A. O., & Brito, L. O. (2022). Effect of ionic adjustment frequency in low-salinity water on zootechnical performance, water quality and mineral composition of *Penaeus vannamei* in a synbiotic nursery system. *Aquaculture*, 561, 738632.
- Ovando Solís, M., Velázquez Velázquez, E., Penagos García, F. E., & Velázquez, L. A. (2012). La Necrosis Hepatopancreatitis Aguda que afecta al cultivo de camarones peneidos en México. *Revista Espacio I+D Innovación más Desarrollo*, (28), 136-148. <https://doi.org/10.31644/IMASD.28.2021.a07>
- Patil, P., Geetha, R., Ravisankar, T., Avunje, S., Solanki, H., Abraham, T., & Vijayan, K. (2020). Economic loss due to diseases in Indian shrimp farming with special reference to *Enterocytozoon hepatopenaei* (EHP) and white spot syndrome virus (WSSV). *Aquaculture*, 533, 736231.
- Peña-Navarro, N., & Varela-Mejías, A. (2016). Prevalencia de las principales enfermedades infecciosas en el camarón blanco *Penaeus vannamei* cultivado en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 51(3), 553-564.
- Pimentel, O. A. L. F., They, N. H., de Andrade, R. J. V., de Oliveira, V. Q., Amado, A. M., Gálvez, A. O., & Brito, L. O. (2023). Ionic adjustments do not alter plankton composition in low salinity *Penaeus vannamei* intensive nursery with synbiotic system. *Chemistry and Ecology*, 39(4), 357-375.
- Rakhfid, A., Baya, N., Bakri, M., & Fendi, F. (2017). Growth and survival rate of white shrimp (*Penaeus vannamei*) at different density. *Akuatikisile: Jurnal Akuakultur, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*, 1(2), 1-6.
- Rum, E., Jasmanindar, Y., Yulita, A., & Lukas, H. (2022). The Effect of Reduce Salinity on Behavior and Stress Response in Vannamei Shrimp (*Penaeus vannamei*). *Advances in Tropical Biodiversity and Environmental Sciences*, 6(3), 85-89.
- Salinas, M., Canales, M., Cáceres, O., Flores, J., Cea, N., & Hernández, V. (2020). Comparación del crecimiento del camarón blanco en dos condiciones de estudio, salinidad óptima y salinidad cercana a cero. *Revista Ciencia e Interculturalidad*, 26(1), 1-13.
- Shiau, S. Y., & Hsieh, J. F. (2001). Dietary potassium requirement of juvenile grass shrimp *Penaeus monodon*. *Fisheries Science*, 67(4), 592-595.
- Shin, H. S., Chimborazo, M. E. M., Rivas, J. M. E., Lorenzo-Felipe, Á., Soler, M. M., Serrano, M. J. Z., y López, J. M. A. (2023). Genetic parameters for growth and morphological traits of the Pacific white shrimp *Penaeus vannamei* from a selective breeding programme in the industrial sector of Ecuador. *Aquaculture Reports*, 31, 101649.
- Sorroza, L., Socola, M., Solano Jr, G., & Echeverria, E. (2019). Evaluación del crecimiento y supervivencia de post-larvas en raceway / Growth and survival evaluation of post-larvae in raceway. *Cumbres*, 5, 113-124. <https://doi.org/10.48190/cumbres.v5n1a8>
- Sowers, A. D., Gatlin, D. M., Young, S. P., Isely, J. J., Browdy, C. L., & Tomasso, J. R. (2005). Responses of *Penaeus vannamei* in water containing low concentrations of total dissolved solids. *Aquaculture Research*, 36(8), 819-823.
- Suguna, T. (2020). Application of minerals in low saline water culture systems of *Penaeus vannamei*. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(9), 516-521. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.909.065>

- Tizol, R., Barbarito, J., Laria, R., Pérez, L., Machado, R., & Silveira, R. (2023). Introducción en Cuba del camarón blanco del pacífico *Litopenaeus vannamei*. Etapa I cuarentena. *AquaDocs*, 1-28.
- Toruan, F. L., & Galina, M. (2023). Internet of Things-based automatic feeder and monitoring of water temperature, pH, and salinity for *Penaeus vannamei* shrimp. *Jurnal ELTIKOM: Jurnal Teknik Elektro, Teknologi Informasi dan Komputer*, 7(1), 9-20.
- Valencia Castañeda, G. (2013). *Respuesta de Penaeus vannamei a diferentes aguas de baja salinidad del noroeste de México: Evaluación de la supervivencia y crecimiento en el corto y mediano plazo*. Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Valenzuela-Madrigal, I. E., Valenzuela-Quiñónez, W., Esparza-Leal, H. M., Rodríguez-Quiroz, G., & Aragón-Noriega, E. A. (2017). Effects of ionic composition on growth and survival of white shrimp *Penaeus vannamei* culture at low-salinity well water. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 52(1), 103-112.
- Velásquez López, P. C., Solorzano Reyes, J. F., Ochoa Pereira, P. M., Solano Motoche, G. W., Quizhpe Cordero, P., & Guillen Añasco, R. M. (2023). Characterization of water quality during freshwater culture of shrimp *Penaeus vannamei* in southern Ecuador. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 10(2), 74-87.