

DOI: <https://doi.org/10.56124/allpa.v7i14.0079>

Efecto del balance iónico en dieta sobre la salud del camarón blanco (*Penaeus vannamei*) en etapa de precia cultivado en agua de pozo

Effect of dietary ionic balance on the health of white shrimp (*Penaeus vannamei*) in pre-rearing stage cultured in well water

Ordoñez-Iglesias Juan Pablo ¹; Méndez-Martínez Yuniel ²; Zúñiga-Argudo Oswaldo Alexander ³

¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador.

Correo: jordonezi@uteq.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9361-2086>

² Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador.

Correo: ymendezm@uteq.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5365-5794>.

³ Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador.

Correo: ozunigaa@uteq.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6527-1838>.

*Correo de correspondencia: jordonezi@uteq.edu.ec

Resumen

El cultivo de *Penaeus vannamei* se encuentra entre las especies de crustáceos de mayor importancia para la acuicultura. Sin embargo, la incidencia de patógenos y enfermedades ha incentivado la búsqueda de métodos alternativos de cultivo. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto del balance iónico en dieta sobre la salud del camarón blanco (*Penaeus vannamei*) en etapa de precia cultivado en agua de pozo. Se emplearon cuatro tratamientos: T0 "control" (0 mg de Ca²⁺, Mg²⁺ y K⁺), T1 (0.1 mg Ca²⁺, 1.2 mg Mg²⁺, 0.4 mg K⁺), T2 (0.2 mg Ca²⁺, 2.2 mg Mg²⁺, 0.8 mg K⁺) y T3 (0.4 mg Ca²⁺, 4.2 mg Mg²⁺, 1.4 mg K⁺), cada uno con tres repeticiones (acuarios plásticos), los cuales contaron con 50 poslarvas por acuario, para un total de 600 organismos, con un tiempo de experimentación de 30 días. Se encontró diferencia significativa (P<0.05) para las variables evaluadas exceptuando la variable intestino lleno (P>0.05), siendo el T3 el más efectivo, con valores de necrosis (9.30%), larvas azuladas (7.10%), cromatóforos expandidos (10.50%), intestino semilleno (15.20%), intestino vacío (11.00%), lípidos (52.50%) y exuviación (57.40%). Se concluye que la administración adecuada de los iones en el alimento balanceado mejora el desarrollo del camarón blanco *P. vannamei* en la etapa de precia cultivado en agua de pozo.

Palabras clave: patología, cromatóforos expandidos, lípidos, exuviación, intestino.

Abstract

The culture of *Penaeus vannamei* is among the most important crustacean species for aquaculture. However, the incidence of pathogens and diseases has encouraged the search for alternative cultivation methods. The objective of this research was to evaluate the effect of ionic balance in the diet on the health of white shrimp (*Penaeus vannamei*) in the pre-breeding stage cultured in well water. Four treatments were used: T0 "control" (0 mg of Ca²⁺, Mg²⁺ and K⁺), T1 (0.1 mg Ca²⁺, 1.2 mg Mg²⁺, 0.4 mg K⁺), T2 (0.2 mg Ca²⁺, 2.2 mg Mg²⁺, 0.8 mg K⁺) and T3 (0.4 mg Ca²⁺, 4.2 mg Mg²⁺, 1.4 mg K⁺), each with three repetitions (plastic aquariums), which had 50 postlarvae per aquarium, for a total of 600 organisms, with an experimentation time of 30 days. A significant difference was found (P<0.05) for the variables evaluated except for the full intestine variable (P>0.05), with T3 being the most effective, with values of necrosis (9.30%), bluish larvae (7.10%), expanded chromatophores (10.50%), semi-full intestine (15.20%), empty intestine (11.00%), lipids (52.50%) and exuviation (57.40%). It is concluded that the adequate administration of ions in the balanced feed improves the development of the white shrimp *P. vannamei* in the pre-breeding stage cultured in well water.

Keywords: pathology, expanded chromatophores, lipids, exuviation, intestine.

1. Introducción

La acuicultura es una actividad que se ha realizado durante muchos años y su importancia radica en suplir la demanda alimenticia de la población. Los cultivos de crustáceos se realizan a gran escala a nivel mundial, siendo el cultivo de camarón blanco (*Penaeus vannamei*) una de las actividades económicas más importantes en latino América. Entre los principales países exportadores de camarón se encuentran Ecuador con una producción de 1.5 millones de toneladas, seguido de la India con 633 mil toneladas, Indonesia 184 mil toneladas (FAO, 2023).

En el país de Ecuador, se ha posicionado el camarón blanco como el principal producto de exportación no petrolero, siendo países del continente Asiático los principales consumidores (CNA, 2017; Quimis et al. 2019; Vera et al. 2020).

Sin embargo, la práctica de esta actividad económica ha traído consigo problemas en los ecosistemas costeros y estuarinos que es donde se lleva a cabo dicha práctica, en su mayoría por la dependencia de agua salada, por lo que se buscan maneras de diversificar el cultivo de camarón hacia zonas

continentales implementando agua dulce o de pozo. Esta elevada producción de camarón ha logrado que exista el interés sobre el mejoramiento de la calidad de agua y el equilibrio iónico para un constante mejoramiento en los medios de cultivo usando cuerpos de agua dulce (Sotomayor, 2020).

El camarón *P. vannamei* es un organismo eurihalino, lo que permite que su cultivo pueda desarrollarse a baja salinidad o en agua dulce. Estas nuevas prácticas de cultivo se iniciaron en Ecuador a partir del año 2000 debido a la aparición del virus del síndrome de la mancha blanca (WSSV), ya que cultivar tierra adentro disminuye la incidencia de este virus y de otros agentes infecciosos como el Virus de Taura (TSV), Necrosis Hematopoyética hipodérmica (IHHN), la Vibriosis, entre otros (Quimis et al. 2019, Galaviz-Silva et al. 2021). Sin embargo, aunque desarrollar los cultivos a baja salinidad o en agua dulce tienen como ventaja que se disminuye las cargas patogénicas que son frecuentes en el entorno marino natural y es más difícil la contaminación cruzada, los cultivos en ambientes hipotónicos tiene varias desventajas, ya que el acceso a agua dulce es muy limitado a diferencia del

agua de mar que es una fuente hídrica con gran abastecimiento. De igual manera, surge un problema en cuanto a la calidad de agua ya que a diferencia del agua salada, los cultivos en agua dulce presentan una composición iónica diferente y esto puede generar mortalidad en larvas de camarón por un mal balance iónico (Yambay & Álvarez 2017). Los camarones requieren minerales para mantener el metabolismo basal y el crecimiento. Los minerales solubles son constituyentes de los tejidos, cofactores enzimáticos, participan en el mantenimiento de membranas celulares y desempeñan un papel en el metabolismo de lípidos, proteínas y carbohidratos (Valenzuela-Madrigal et al. 2017; Oliveira et al. 2022).

La composición iónica y la salinidad del agua pueden variar ampliamente entre sitios, por lo que en algunas regiones las fuentes naturales de agua no pueden usarse directamente para el cultivo de camarón (Gil-Nuñez et al. 2020). Un desbalance en cantidades y proporciones de iones como calcio, potasio, magnesio entre otros genera estrés, debilita el sistema inmunológico, disminuye la tasa de consumo de alimento, y causa un mayor gasto

energético por la osmorregulación, por lo que iones específicos que requieren deben ser compensados, los cuales pueden ser agregados como suplementos en la dieta (Li et al. 2017; Antonio & Magdalena 2020).

El balance iónico juega un papel muy importante en todo el proceso de cultivo, especialmente en etapa de precria, donde las larvas dejan el laboratorio para ser llevadas a camaronera y proseguir con la etapa de engorde. Por ende, es un factor decisivo en el desarrollo, crecimiento y supervivencia del camarón, además de ser una de las tendencias más importantes en para un mejor uso de los recursos e implementar protocolos que permitan controlar el desequilibrio iónico y otros factores en la calidad de agua y aprovechar de manera óptima este recurso hídrico. La presente investigación se desarrolló para evaluar el efecto del balance iónico en dieta sobre la salud del camarón blanco (*P. vannamei*) en etapa de precria cultivado en agua de pozo.

2. Metodología (materiales y métodos)

Localización experimental

La investigación se realizó en el Laboratorio de Acuicultura de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicado en Quevedo, Los Ríos, Ecuador, cuyas coordenadas geográficas son 01o06'13" de latitud sur y 79o29'22" de longitud oeste y a una altura de 73 msnm.

Diseño experimental

Se empleó un diseño experimental

Tabla 1. Dosis de los iones establecidas en cada tratamiento.

Tratamiento	Dosis de tratamiento
T0 (control)	0 mg de Ca ⁺² , Mg ⁺² y K ⁺
T1	0.1 mg Ca ⁺² , 1.2 mg Mg ⁺² , 0.4 mg K ⁺
T2	0.2 mg Ca ⁺² , 2.2 mg Mg ⁺² , 0.8 mg K ⁺
T3	0.4 mg Ca ⁺² , 4.2 mg Mg ⁺² , 1.4 mg K ⁺

Condiciones experimentales

Los organismos experimentales se obtuvieron del laboratorio Biogemar S.A, provincia de Santa Elena y fueron transportadas vía terrestre en bolsas plásticas. Una vez en el área de experimentación, los organismos fueron aclimatados para igualar la temperatura del agua de las fundas con la de los tanques, se mezclaron ambas aguas a razón de 1 ppt/hora hasta alcanzar salinidad a 0 ppt, evitando así cualquier

completamente al azar (DCA) con tres tratamientos y un control, cada uno con tres repeticiones (acuarios plásticos), los cuales contaron con 50 organismos por acuarios de 40 litros, con un total de 600 postlarvas, con un tiempo de experimentación de 30 días. En la tabla 1 se muestran los tratamientos con las respectivas dosis de balance iónico. El tratamiento control (T0) se llevó a cabo con agua de mar a 34 ppt, a diferencia de los demás tratamientos que se empleó agua dulce de pozo.

mortalidad.

El agua de pozo que se utilizó para la experimentación fue sometida previamente a un análisis de calidad de agua en donde se determinaron los cationes Na⁺, K⁺, Mg⁺² y Ca⁺² y también aniones (Carbonatos, Bicarbonatos, Sulfatos y Cloruros).

Diariamente se controlaron parámetros como temperatura, pH, oxígeno disuelto y salinidad, con un equipo multiparamétrico de marca "CCOWAY"

y un refractómetro marca "ATC" en donde los valores se comportaron homogéneos, el oxígeno disuelto se muestra un valor medio de 4.54 mg/L, de la misma manera el pH se mantuvo con valores promedios de 8,36, el valor promedio de la temperatura fue de 26.04 y mientras que la salinidad se mantuvo en un 1.29 ppt en los tratamientos excepto en el control el cual se manejó a una salinidad 34 ppt ya que se llevó en agua de mar. Semanalmente se determinaron los iones de Ca^{+2} , Mg^{+2} y K^{+} en el agua de cultivo de cada tanque mediante la metodología de colorimetría con un Kit de titulación especializado en pruebas de agua para conocer sus cantidades dadas en ppm o mg/L de marca "Monitor".

Inclusión de balance iónico en alimento balanceado

Se diseñaron tres dietas experimentales con diferentes porcentajes de Ca^{+2} , Mg^{+2} y K^{+} , basado en los cálculos en relación con la salinidad del mar y la salinidad deseada. La preparación consistió en la mezcla del balanceado comercial Nicovita de 0.8 mm con los iones de Ca^{+2} , Mg^{+2} y K^{+} (Tabla 1), que

presentan una parte líquida y una sólida que al homogeneizar no necesitaron ningún ligante, lo cual aseguró que no se lixivien en el agua al momento de suministrar el alimento. Se establecieron 4 frecuencias de alimentación, los cuales fueron a las 8, 11, 14 y 17 horas diariamente.

Análisis de parámetros de salud en los camarones

El monitoreo de la salud de los organismos se lo realizó semanalmente mediante observaciones al microscopio y lupa para poder visualizar la existencia o no de signos clínicos en las postlarvas que indiquen alguna posible patología siguiendo la metodología descrita por Lightner et al (1996). Se evaluó la presencia de necrosis, presencia de cromatóforos azules (azuladas), cromatóforos expandidos (rojos), contenido intestinal (lleno, semilleno y vacío) y reserva lipídica.

Además, para conocer el desarrollo de los organismos, registró la existencia y frecuencia de exuvia.

Análisis estadísticos

Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza ANOVA

unidireccional. Cuando se observaron valores significativos ($P < 0,05$), se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey para comparar las diferencias entre medias, a un nivel de $P < 0,05$. Todos los datos porcentuales se transformaron arco-seno antes de los análisis estadísticos. Sin embargo, los datos se presentan sin transformar en todas las tablas para facilitar las comparaciones. Los datos fueron procesados con la ayuda de paquete estadístico SPSS.

3. Resultados y discusión

Las condiciones generales experimentales del presente estudio fueron satisfactorias y cumplen con los estándares definidos para estudios con crustáceos. En la tabla 2 se muestran las diversas variables respuestas que fueron analizadas. Con respecto a la variable necrosis se observó diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$)

entre los tratamientos. El tratamiento T1 presenta el porcentaje más elevado de necrosis, alcanzando un valor de 37.90%, seguido de los tratamientos T2 y T0 con valores de 31.40% y 30.20% respectivamente. Por otro lado, el tratamiento T3 presenta el porcentaje más bajo de necrosis, con un valor de 9.30%. Estos resultados revelan una disparidad significativa en la incidencia de necrosis entre los diversos tratamientos, enfatizando la eficacia de la dosificación de iones en el tratamiento T3 en comparación de los demás tratamientos en este aspecto específico, esto puede explicarse según lo descrito por Rubio et al. (2012), al destacar que la necrosis resulta de infecciones causadas por patógenos oportunistas y/o canibalismo de los camarones agravados por situaciones de estrés, incluido el desbalance iónico, véase Figura 1.

Tabla 2. Patologías y signos clínicos de los organismos en estudio, en los diferentes tratamientos.

Variable %	T0	T1	T2	T3	CV%	EE	P
Necrosis	30.20±0.6b	37.90±3.2c	31.40±3.7bc	9.30±0.6 ^a	9.18	1.44	<0.0001
Azuladas	29.90±0.6b	40.30±1.9c	31.00±6.1bc	7.10±4.7 ^a	14.61	2.28	<0.0001
Cromatóforos expandidos	19.20±2.4b	44.20±3.2d	36.00±1.1c	10.50±1.3 ^a	7.86	1.25	<0.0001

Intestino lleno	44.60±1.9a	43.50±2.9 ^a	45.10±3.9a	46.20±2.4 ^a	6.37	1.65	0.7165
Intestino semilleno	9.80±1.4a	37.60±8.3b	37.60±2.6b	15.20±5.7 ^a	20.95	3.03	0.0003
Intestino vacío	3.90±1.4a	45.60±5.6c	30.30±15.7bc	11.00±6.6ab	39.65	5.20	0.0018
Lípidos	56.00±1.0b	30.00±5.7 ^a	25.60±4.1a	52.50±3.2b	9.49	2.25	<0.0001
Exuviación	60.00±3.0b	32.20±2.8 ^a	30.30±0.6a	57.40±0.6b	9.25	1.75	<0.0001

Valores de medias ± SD

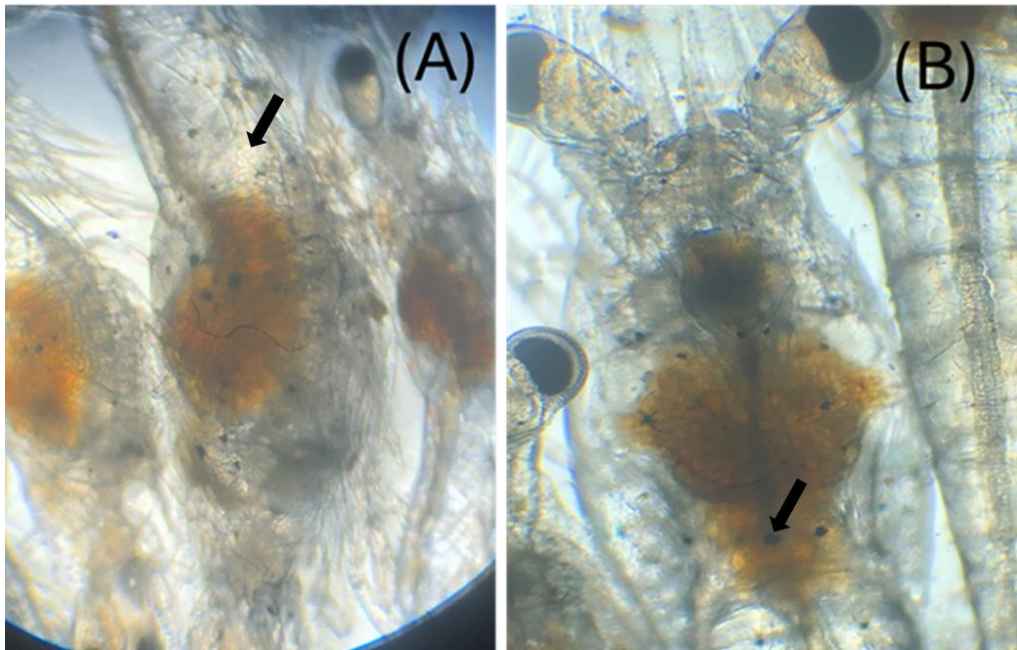
CV%= coeficiente de variación, EE= error estándar y P= probabilidad.

Letras distintas son significativamente diferentes (P<0.05).

De igual manera, en la tabla 2 se indica la variable postlarvas azuladas, donde se evidencia una significativa diferencia estadística (P<0.05), indicando la presencia de diferencias notables entre los tratamientos. El T1 presenta el porcentaje más alto de larvas azuladas, alcanzando un valor de 40.30%, seguido de los tratamientos T2 y T0 con valores de 31.00% y 29.90%, respectivamente. En contraste, el T3 demuestra el porcentaje más bajo de todos los tratamientos, registrando un valor de 7.10%, es importante destacar que este tratamiento contenía la dosis más alta de iones de todos los tratamientos, estableciendo una clara conexión entre la dosificación específica y la mejora significativa en la disminución del estrés en las larvas de camarón. La presencia de larvas azuladas se relaciona con la

presencia de cromatóforos azules en larvas de *P. vannamei*, que puede estar vinculada al desequilibrio iónico en el entorno acuático, esta información lo corrobora Galkanda et al. (2021), quien afirma que la capacidad de osmorregulación en el camarón blanco se basa en la diferencia entre el gradiente osmótico entre la hemolinfa y el medio externo, cualquier cambio en la concentración de iones en el medio ocasiona que estos sean transportados por el torrente de la hemolinfa, con ayuda de la hemocianina, que es la proteína transportadora del oxígeno y de los iones Ca²⁺, Mg²⁺ y K⁺, véase Figura 1.

Figura 1. Observación microscópica sobre la salud de las Postlarvas (A) Postlarva con cromatóforos Azules (B) Postlarvas con necrosis en el exoesqueleto.



La variable de Cromatóforos expandidos detallada en la tabla 2, revela diferencias estadísticamente significativas entre todos los tratamientos, como se evidencia con $P < 0.05$. El T1 se destaca al presentar el valor más elevado de cromatóforos expandidos, llegando a un valor de 44.20%, seguido de los tratamientos T2 y T0 con porcentajes de 36.00% y 19.20% respectivamente. Sin embargo, el T3 indica el porcentaje más bajo de todos los tratamientos, con un valor de 10.50%. Es de suma importancia destacar que el T3, caracterizado por la dosis más elevada de iones, sugiere que esta dosificación fue la adecuada para prevenir el estrés osmótico en las larvas de camarón. Por lo tanto, los

tratamientos T1 y T2 con dosificaciones más bajas de iones, presentaron mayor presencia de cromatóforos expandidos, indicando un elevado estrés osmótico en estas larvas. En concordancia con estos hallazgos, Altamirano (2009), señala que uno de los signos clínicos que presentan las larvas de camarón de *P. vannamei*, ante situaciones de estrés osmótico es la expansión de cromatóforos en todo el exoesqueleto del animal.

Otra variable importante para discernir patologías y signos clínicos en las larvas de camarón es el Intestino lleno. Cuando las larvas presentan un intestino lleno, sugiere una alimentación adecuada y por consiguiente, una asimilación eficaz de los nutrientes necesarios para su

desarrollo y demás procesos fisiológicos. Aunque en la tabla 2 se observa que $P > 0.05$, indicando que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, es relevante destacar que el T3 obtuvo el porcentaje más alto de intestino lleno entre todos los tratamientos, registrando un valor de 46.20%, los tratamientos T2 y T0 le siguieron de cerca con porcentajes de 45.10% y 44.60% respectivamente. A diferencia de las variables analizadas en párrafos anteriores, el T1 presenta el valor más bajo de intestinos llenos entre todos los tratamientos, alcanzando un porcentaje de 43.50%. Estos resultados indican que, a pesar de no presentar diferencias significativas, el alimento suministrado en todos los tratamientos fue aceptado de manera óptima, sin que resalte una influencia significativa de las distintas dosificaciones. Esta observación sugiere que independientemente de las variaciones en la composición de iones, la aceptación del alimento por parte de las larvas se mantuvo consistente en todos los tratamientos. Mientras que, Jannathulla et al (2020), afirma que el estrés provocado por deficiencia de iones, vuelve vulnerables a las larvas de

camarón a diversas enfermedades, donde los signos clínicos reportan tracto digestivo semilleno y vacío, ya que las larvas llegan a la inanición por un estrés muy fuerte, por ende no se encuentran alimentos en el tracto digestivo.

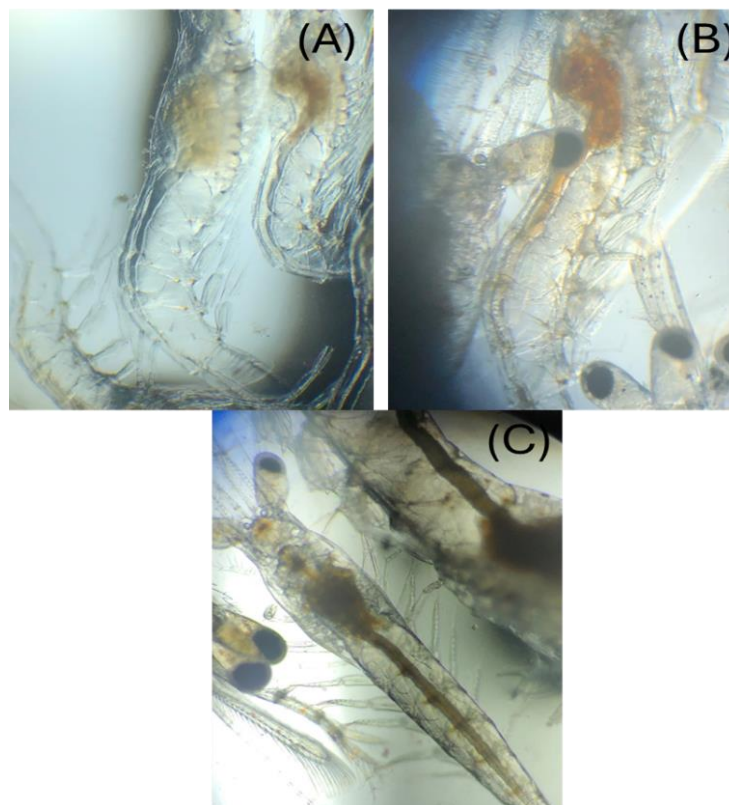
Siguiendo el contexto del párrafo anterior, la tabla 2 señala la variable intestino semilleno, donde la presencia indica diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos. Los tratamientos T1 y T2 presentaron el valor más elevado en comparación con los demás tratamientos, registrando ambos un valor de 37.60%. A continuación, el T3 se posiciona con un valor de 15.20%, mientras que el T0 mostró el valor más bajo entre todos los tratamientos, con un porcentaje de 9.80%. Estos resultados resaltan la disparidad en la cantidad de intestinos semillenos, evidenciando que el tratamiento control, carente de dosificación de iones por medio del alimento, presentó la menor incidencia de intestinos semillenos, mientras que los tratamientos T1 y T2, con las dosificaciones más bajas de iones, presentaron el mismo valor más elevado. Esta observación subraya la influencia significativa de la composición

iónica en la condición fisiológica de las larvas de camarón, indicando que la ausencia de dosificación de iones en el tratamiento control y las dosificaciones más bajas en los tratamientos T3 y T4 impactan de manera notoria en la cantidad de intestinos semillenos, véase figura 1.

En la tabla 2 también se detalla la variable Intestino vacío, indicando que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos. Donde, el T1 con la menor dosificación de iones, presentó el valor más elevado de intestinos vacíos, con un porcentaje de 45.60%, seguido

del T2 con un valor de 30.30%. Los tratamientos T3 y T0 presentaron los valores más bajos de intestinos vacíos, con porcentajes de 11.00% y 3.90% respectivamente, estos datos indican que tanto el tratamiento control como el tratamiento 3, con la dosis más alta de iones ejercieron una mayor influencia en la alimentación de las larvas de camarón. En contraposición, los demás tratamientos, revelaron que las larvas experimentaron estrés osmótico, lo que resultó en una incorrecta alimentación durante el transcurso del experimento como se observa en Figura 2.

Figura 2. Contenido intestinal de las postlarvas (A) Postlarva con intestino vacío, (B) Postlarva con intestino semilleno, (C) Postlarva con intestino lleno.



En la tabla 2 se presenta la variable Lípidos, en la cual se aprecia que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos. El T0, presentó el mayor porcentaje de larvas de camarón con contenido lipídico en el hepatopáncreas, registrando un valor de 56,00%, seguido del T3 con un valor de 52.50%. Por último, los tratamientos T1 y T2 exhibieron los valores más bajos de larvas con contenido lipídico en el hepatopancreas, alcanzando valores de 30.00% y 25.60% respectivamente. A su vez, Huang *et al* (2019), afirma que *P. vannamei* necesita una gran cantidad de energía para procesos osmorreguladores que incluyen el aumento de la tasa metabólica y modificación de los componentes de la membrana celular que sufren alteraciones por la actividad enzimática y el transporte de iones, por ende, a baja salinidad la concentración de lípidos va a disminuir en el hepatopancreas, dado que los lípidos van a ser utilizados como fuente energética y diversas funciones metabólicas en los camarones.

Finalmente, en la tabla 2 se destaca la variable exuviación o más conocida como muda, indicando que existen diferencias estadísticamente

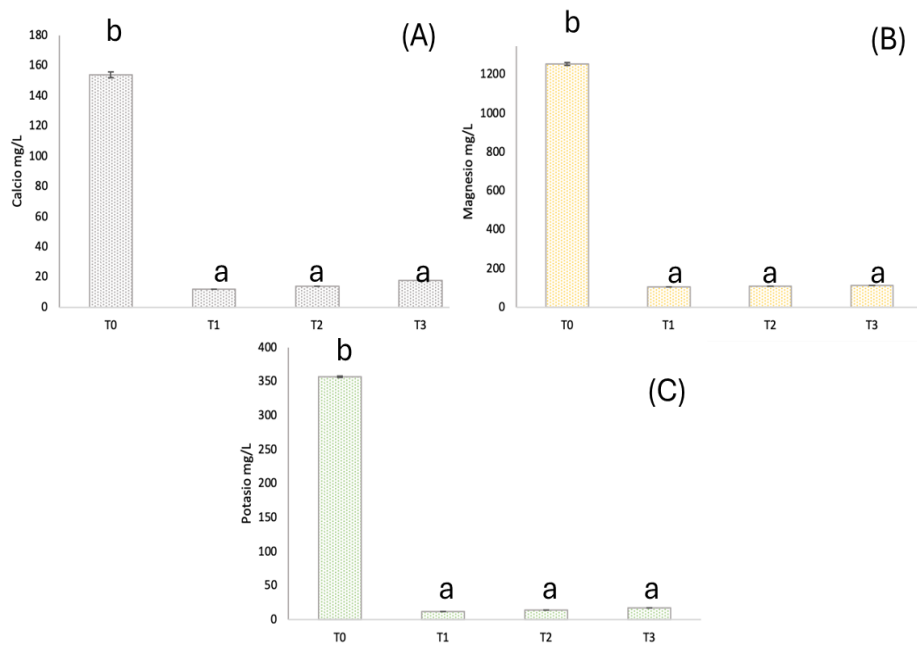
significativas ($P < 0.05$). El T0 presentó el mayor porcentaje de larvas exuviadas, registrando un valor de 60,00%, seguido del tratamiento 3 (T3) con un valor de 57.40%. Por último, los tratamientos (T1 y T2) presentaron los valores más bajos de larvas exuviadas, alcanzando valores de 32.20% y 30.30% respectivamente. Juniarti *et al.* (2022) menciona que el Ca^{+2} es un ion esencial para el desarrollo de los camarones, ya que interviene en procesos fisiológicos importantes como la exuviación, y la dosificación adecuada de este ion, ayuda a las larvas de camarón a cumplir con sus procesos vitales de manera óptima

La figura 3 destaca los valores de las medias de los iones Ca^{+2} , Mg^{+2} y K^{+} , donde $P < 0.05$, indicando que existen diferencias significativas entre el tratamiento control y los demás tratamientos. Donde, el T0 (control) efectivamente presentó el valores más alto de los iones Ca^{+2} , Mg^{+2} y K^{+} , debido a que el agua de mar contiene gran cantidad de estos iones. A este tratamiento control, le sigue el T3 al que se adicionó la dosis más alta de iones. Galkanda *et al.* (2020), afirman que la adición de los iones Ca^{+2} y Mg^{+2} en medios de cultivo de agua dulce para

camarón blanco, mejora la supervivencia y el crecimiento de los camarones. Así mismo Antony *et al.* (2015) reportan que la adición de K^+ mejoraba significativamente la supervivencia de

los camarones, debido a que este ion se une al Na^{+2} y ambos actúan en la bomba sodio-potasio para que la osmorregulación se realice de manera adecuada.

Figura 3. Análisis de los distintos Iones en la investigación (A) Concentración de Calcio, (B) Concentración de Magnesio y (C) Concentración de potasio en mg/L en el medio de cultivo.



4. Conclusiones

Se observó que los mejores resultados entre los 3 tratamientos fue el T3 con la mayor cantidad de iones debido a que se obtuvo mejoras considerables en cuanto a la salud de los organismos cultivados en este estudio. Los síntomas patológicos de necrosis, larvas azuladas y cromatóforos expandidos fueron más bajos en T3 en comparación de los demás tratamientos, demostrándose así su efectividad a la hora de mejorar la

resistencia de *P. vannamei*, a las afectaciones anteriormente descritas.

Así mismo, se observó una mejor aceptación a la dieta del T3 ya que los juveniles de este tratamiento presentaron mayor porcentaje de intestinos llenos, esto a su vez se refleja en la cantidad de lípidos que fue más alto en T3 y T0 que fueron los tratamientos con mayor aceptación del alimento y de igual manera se corresponde a que en estos tratamientos los organismos presentaron menor nivel de estrés.

Bibliografía

- Altamirano Ruiz, C. R. 2009. Evaluación de la efectividad del probiótico "Sanolife Pro" en estanques de cultivo de camarones "Lito *Penaeus vannamei*" en la Granja Acuicultura Torrecillas, Chinandega, Nicaragua, en el periodo comprendido de junio a septiembre, 2008 (Doctoral dissertation).
- Antonio, M; & Magdalena, E. 2020. Modulación de la respuesta de estrés de Lito *Penaeus vannamei* por medio del alimento formulado.
- Antony, J; Vungurala, H; Saharan, N; Reddy, A. K; Chadha, N. K; Lakra, W. S; & Roy, L. A. 2015. Effects of salinity and Na⁺/K⁺ ratio on osmoregulation and growth performance of black tiger prawn, *Penaeus monodon* Fabricius, 1798, juveniles reared in inland saline water. *Journal of the World Aquaculture Society*, 46(2), 171-182.
- CNA. 2017. Principales productos no petroleros exportados. Obtenido de <https://www.cna-ecuador.com/el-camaron-se-convierte-en-el-primer-producto-de-exportacion-no-petrolera-del-pais/>
- Galkanda-Arachchige, H. S; Roy, L. A; & Davis, D. A. 2020. Evaluation of an alternative salt mixture to culture Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*) in inland aquaculture. *Aquaculture Research*, 51(9), 3540-3550.
- Galkanda-Arachchige, H. S; Roy, L. A; & Davis, D. A. 2021. The effects of magnesium concentration in low-salinity water on growth of Pacific white shrimp (*Lito Penaeus vannamei*). *Aquaculture Research*, 52(2), 589-597.
- Galaviz-Silva, L., Cázares-Jaramillo, G.E., Ibarra-Gómez, J.C., Molina-Garza, V.M., Sánchez-Díaz, R., Molina-Garza, Z.J., 2021. Assessment of probiotic bacteria from marine coasts against *Vibrio parahaemolyticus* (AHPND strains) in *Litopenaeus vannamei*. *Aquac. Res.* 52, 6396–6409. <https://doi.org/10.1111/are.15505>
- 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.
- Huang, M; Dong, Y; Zhang, Y; Chen, Q; Xie, J; Xu, C; ... & Li, E. 2019. Growth and lipidomic responses of juvenile pacific white shrimp *Lito Penaeus vannamei* to low

- salinity. *Frontiers in Physiology*, 10, 1087.
- Jannathulla, R; Dayal, J. S; Ambasankar, K; & Chitra, V. 2020. Effect of water salinity on tissue mineralisation in *Penaeus vannamei* (Boone, 1931). ICAR.
- Juniarti, H. A; Diniarti, N; & Scrabra, A. R. 2022. The effect of addition of calcium oxide (CaO) on the cultivation of Lito *Penaeus vannamei* in freshwater. *IJOTA (Indonesian Journal of Tropical Aquatic)*, 5(1).
- Li, E., Wang, X; Chen, K; Xu, C; Qin, J. G; & Chen, L. 2017. Physiological change and nutritional requirement of Pacific white shrimp Lito *Penaeus vannamei* at low salinity. *Reviews in Aquaculture*, 9(1), 57-75.
- Lightner, D. V., Pantoja C. R., (1996). Diagnóstico de las enfermedades del camarón (Programa Cooperativo de Sanidad Acuícola del USDA).
- Oliveira, C. R. D. R., De Oliveira, V. Q., Pimentel, O. A. L. F., Dos Santos, E. P., de Oliveira Filho, P. R. C., Gálvez, A. O., & Brito, L. O. (2022). Growth performance and proximate composition of *Penaeus vannamei* reared in low-salinity water with different ionic compositions in a synbiotic system. *Aquaculture International*, 30(6), 3123-3141.
- Quimis Puga, K. L; Rodríguez Vera, H. S; & Álvarez, M. 2019. Calidad de agua en un sistema intensivo de cultivo de camarón blanco *Penaeus vannamei* en condiciones de baja salinidad (Doctoral dissertation, ESPOL. FIMCM).
- Rubio, M; R. Silveira; L. Pérez, y N. González. 2012. Enfermedad de la mancha del caparazón en el camarón de cultivo Lito *Penaeus vannamei*. *Rev. Electr. Vet. REDVET*, 13(7):2-8.
- Sotomayor, C. 2020. Evaluación de dos concentraciones de salinidad para la producción del camarón blanco (*Lito Penaeus vannamei*) en piscinas de agua dulce, cantón Arenillas, provincia de El Oro. Guayaquil, Guayas, Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/15500>.
- Valenzuela-Madriral, 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 *Litopenaeus vannamei* culture at low-salinity well water. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 52(1), 103-112.
- Vera Holguín, C. E; Mendoza Campos, J. D; Márquez Montiel, A. J. 2020. Evaluación de parámetros físico-químicos de aguas de pozo para

cultivo intensivo de camarón blanco del Pacífico *Penaeus vannamei* con baja tasa de recambio (Doctoral dissertation, ESPOL. FIMCM).

Yambay Rueda, R. E; & Álvarez Alvarado, M. E. 2017. Cultivo intensivo de camarón blanco Lito *Penaeus vannamei* en sistemas cerrados de recirculación (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales).