



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SUPERVIVENCIA DE *PENAEUS VANNAMEI*
APLICANDO AGUA DE POZO Y DE OSMOSIS INVERSA DURANTE EL
PROCESO DE ACLIMATACIÓN**

AUTOR

Blgo. Jonathan Gonzalo Rodríguez Pozo

**TRABAJO DE TITULACIÓN
Previo a la obtención del grado académico en
MAGÍSTER EN ACUICULTURA**

TUTOR

PhD. Roberto Adrián Santacruz Reyes.

Santa Elena, Ecuador

Año 2025

DEDICATORIA

A Dios, por darme la fortaleza y sabiduría para alcanzar este logro.

A mis hijos, mi mayor inspiración y motor, para quienes este esfuerzo es un legado de perseverancia y amor por el conocimiento.

A mis padres, por inculcarme el valor del trabajo y la disciplina, y a mi familia, por su paciencia y apoyo incondicional.

A mis profesores y compañeros, cuyo conocimiento y amistad enriquecieron este camino.

Y a la acuicultura, una ciencia que nos enseña el equilibrio entre el conocimiento y la sostenibilidad, esperando que este trabajo contribuya a su desarrollo

AGRADECIMIENTO

Con gratitud y humildad, deseo expresar mi más profundo reconocimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la culminación de esta maestría en Acuicultura.

Al **laboratorio BIOGEMAR del Grupo ALMAR** por brindarme su apoyo y los recursos necesarios para la realización de mis ensayos, contribuyendo de manera fundamental al desarrollo de esta investigación.

Al **Dr. Roberto Adrián Santacruz Reyes**, tutor de este trabajo de titulación, por su invaluable asesoramiento, confianza y consejos, los cuales fueron clave para el desarrollo y la redacción de este estudio.

A Dios, por darme fuerza y claridad para superar cada desafío. A mi familia, por su apoyo incondicional, y a mis hijos, mi mayor inspiración, quienes me recuerdan cada día el valor del esfuerzo y la dedicación.

A todos ellos, mi más sincero agradecimiento

APROBACIÓN DEL TUTOR

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por, **Jonathan Gonzalo Rodríguez Pozo**, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Acuicultura.

TUTOR

PhD. Roberto Adrián Santacruz Reyes.

15 días del mes de julio del año 2025

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Econ. Roxana Álvarez Acosta, Ph.D.
**COORDINADORA DEL
PROGRAMA**

PhD. Roberto Santacruz Reyes.
TUTOR

PhD. Jorge García Regalado.
ESPECIALISTA 1

PhD. Juan Valenzuela Cobos.
ESPECIALISTA 2

Ab. María Rivera González, Mgt.
SECRETARIA GENERAL

AUTORIZACIÓN DERECHOS DE AUTOR

Yo, **Jonathan Gonzalo Rodríguez Pozo**

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de artículo profesional de alto nivel con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este artículo académico dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

Santa Elena, a los 15 días del mes de julio del año 2025.

EL AUTOR

Blgo. Jonathan Gonzalo Rodríguez Pozo

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Jonathan Gonzalo Rodríguez Pozo**

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación, Análisis comparativo de la supervivencia de *Penaeus vannamei* aplicando agua de pozo y de osmosis inversa durante el proceso de aclimatación, previo a la obtención del título en Magíster en Acuicultura., ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Santa Elena, a los 15 días del mes de julio del año 2025.

EL AUTOR

Blgo. Jonathan Gonzalo Rodríguez Pozo

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO	III
APROBACIÓN DEL TUTOR	IV
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	V
AUTORIZACIÓN DERECHOS DE AUTOR.....	VI
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	VII
INDICE GENERAL	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
INTRODUCCIÓN.....	1
PROBLEMÁTICA	3
JUSTIFICACIÓN	5
OBJETIVOS.....	6
Objetivo General.....	7
Objetivos Específicos.....	7
HIPÓTESIS	7
MARCO TEÓRICO	8
Antecedentes generales de <i>Penaeus vannamei</i>	8
Factores críticos en la aclimatación.....	14
Importancia del balance iónico y su impacto en la fisiología del camarón estadístico ..	21
MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
Enfoque	26
Modalidad de investigación.....	27
Alcance de la investigación	28
Población y muestra	30
Técnica	30
Instrumentos de recolección de datos	31
Materiales.....	32
Procedimiento.....	33
Procesamiento y análisis de la información	38
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
Resultados.....	40
Análisis físico y químico.....	40

Aclimatación a salinidades.....	43
Análisis de balance de iones	44
Tiempo y descenso de aclimatación.....	46
Primer experimento de Aclimatación en Estadio PL5 a PL12.....	46
Segundo experimento de Aclimatación en Estadio PL8 a PL15.....	47
Evaluación microbiológica.....	48
Evaluación del Crecimiento Diario de <i>Penaeus vannamei</i> Bajo Diferentes Tratamientos de Aclimatación: Agua de Pozo, Ósmosis Inversa y Control	51
Resultados Comparativos de <i>Penaeus vannamei</i> bajo diferentes tratamientos de Agua durante los Ensayos de Aclimatación	52
Análisis de varianza	55
Comparativa de Supervivencia de <i>Penaeus vannamei</i> en Agua de Pozo, Ósmosis Inversa y Control	62
Discusión.....	63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
Conclusión.....	70
Recomendaciones	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXOS	86
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición nutricional del alimento comercial utilizado en laboratorios de larvas de camarón según (Gonzales, 2022).	13
Tabla 2 Iones relacionados a la salinidad del agua de mar (Boyd, 2018).....	16
Tabla 3 Variación de la salinidad acorde al tiempo de aclimatación de post-larvas <i>P.vannamei</i> , según (Velásquez López et al., 2020).	23
Tabla 4 Muestra una representación de los cálculos de ANOVA, (Massart, 1997).	25
Tabla 5 Parámetros físico-químicos de los tipos de agua que se utilizó en los 2 experimentos en el proceso de aclimatación a 2.5%.....	42
Tabla 6 Parámetros físico-químicos medidos con el equipo YSI durante la aclimatación de <i>Penaeus vannamei</i> a salinidades bajas.....	44
Tabla 7 Comparación del Balance de Iones (Alcalinidad, Calcio, Potasio, Magnesio) durante la Aclimatación de <i>Penaeus vannamei</i> en Agua de Pozo, Ósmosis Inversa y Agua Control a Baja Salinidad en los Experimentos 1 y 2	45
Tabla 8 Parámetros de Aclimatación de <i>Penaeus vannamei</i> - condiciones comparativas de ambos ensayos	48
Tabla 9 Comparación microbiológica de colonias bacterianas en larvas de camarón aclimatadas en agua de ósmosis inversa y agua de pozo	49
Tabla 10 Crecimiento Diario Promedio de <i>Penaeus vannamei</i> bajo Aclimatación en Agua de Pozo, Ósmosis Inversa y control.....	51
Tabla 11 Comparación de Parámetros de Crecimiento, Supervivencia y Aclimatación de <i>Penaeus vannamei</i> bajo Diferentes Tratamientos de Agua (Pozo, Ósmosis Inversa, y Control) en Ensayos PL5-PL12 y PL8-PL15.....	55
Tabla 12 Análisis estadístico con Agua de Pozo, con las variables dependiente como sobrevivencia, Plgr o peso y temperatura.	56
Tabla 13 Anova del primer experimento con tratamiento con agua de osmosis inversa con sobrevivencia, Plgr o peso y temperatura.	57
Tabla 14 Análisis de varianza (ANOVA) para la comparación de % de sobrevivencia, Plgr y temperatura en diferentes grupos.	58
Tabla 15 Anova con agua de Pozo realizadas con las variables dependientes como sobrevivencia, Plgr o peso y temperatura.	59
Tabla 16 Anova del segundo experimento con agua de osmosis inversa realizadas con las variables dependientes como sobrevivencia, Plgr o peso y temperatura.	60
Tabla 17 Análisis de varianza (ANOVA) en agua control para la comparación de % de sobrevivencia, Plgr y temperatura en diferentes grupos.	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Área de estudio-(Google Map, 2022).....	29
Figura 2 Comparación de la Supervivencia Final de <i>Penaeus vannamei</i> sometidos con Agua de Pozo, osmosis y control durante el Proceso de Aclimatación	62

RESUMEN

Este estudio comparativo evaluó la supervivencia de *Penaeus vannamei* aclimatado a bajas salinidades, se utilizaron agua de pozo y agua tratada con ósmosis inversa, en condiciones controladas de laboratorio, con un tratamiento de agua control (40% de agua de pozo y un 60% de agua tratada por ósmosis inversa) como referencia. Este tratamiento fue utilizado para observar el efecto de una fuente de agua combinada, proporcionando una referencia intermedia entre las fuentes de agua pura y el agua de ósmosis inversa.

Se realizaron dos experimentos en diferentes estadios larvales (PL5 a PL12 y PL8 a PL15) para identificar la fuente de agua más adecuada para optimizar la supervivencia y el desarrollo de las postlarvas. El análisis del balance de iones mostró que el agua de pozo proporcionó una mayor estabilidad iónica, logrando tasas de supervivencia significativamente superiores (74-75%) en comparación con el agua de ósmosis inversa (63-66%) y el agua control (66-68%). A pesar de no alcanzar un balance iónico completo, los tratamientos con ósmosis inversa permitieron un crecimiento aceptable en peso en los estadios más avanzados. En cuanto al control microbiológico, el agua de ósmosis inversa destacó por reducir casi a cero la presencia de *Vibrio* spp., mientras que el agua de pozo mostró inicialmente una mayor carga bacteriana, que disminuyó gradualmente. El análisis estadístico mediante ANOVA reveló diferencias altamente significativas en la supervivencia ($F = 160.936$, $p < 0.001$) y en el peso de las postlarvas ($F = 5852.739$, $p < 0.001$), con el agua de pozo destacándose en la supervivencia. No se encontraron diferencias significativas en la temperatura entre los grupos. Los dos experimentos paralelos, apoyados en un monitoreo riguroso de parámetros físico-químicos y microbiológicos, proporcionaron información esencial para optimizar la aclimatación de postlarvas en acuicultura, subrayando la importancia del manejo preciso de las fuentes de agua para maximizar la supervivencia y el rendimiento productivo en sistemas de laboratorio.

Palabras clave: *Penaeus vannamei*, aclimatación, agua de pozo, osmosis inversa, supervivencia.

ABSTRACT

This comparative study evaluated the survival of *Penaeus vannamei* acclimated to low salinities, using two types of water: well water and water treated by reverse osmosis, under controlled laboratory conditions, with a control water treatment (40% well water and 60% water treated by reverse osmosis) as a reference. This treatment was used to observe the effect of a combined water source, providing an intermediate reference between pure water sources and reverse osmosis water.

Two experiments were performed at different larval stages (PL5 to PL12 and PL8 to PL15) to identify the most suitable water source to optimize postlarval survival and development. Ion balance analysis showed that well water provided greater ionic stability, achieving significantly higher survival rates (74-75%) compared to reverse osmosis water (63-66%) and control water (66-68%). Despite not achieving complete ionic balance, reverse osmosis treatments allowed acceptable weight growth in the more advanced stages. Regarding microbiological control, reverse osmosis water stood out for reducing the presence of *Vibrio* spp. to almost zero, while well water initially showed a higher bacterial load, which gradually decreased. Statistical analysis using ANOVA revealed highly significant differences in survival ($F = 160.936$, $p < 0.001$) and in the weight of postlarvae ($F = 5852.739$, $p < 0.001$), with well water standing out in survival. No significant differences were found in temperature between groups. The two parallel experiments, supported by rigorous monitoring of physical-chemical and microbiological parameters, provided essential information to optimize the acclimatization of postlarvae in aquaculture, underlining the importance of precise management of water sources to maximize survival and productive performance in laboratory systems.

Keywords: *Penaeus vannamei*, acclimatization, well water, reverse osmosis, survival.

Tema

Análisis comparativo de la supervivencia de *Penaeus vannamei* aplicando agua de pozo y de osmosis inversa durante el proceso de aclimatación

INTRODUCCIÓN

El camarón blanco del Pacífico (*Penaeus vannamei*) es una especie fundamental en la acuicultura ecuatoriana, donde Ecuador se ha posicionado como el mayor exportador de camarón cultivado del hemisferio occidental y el segundo a nivel mundial, después de Tailandia. Esta industria emergió de manera fortuita en 1968, en la provincia de El Oro, cantón Santa Rosa, cuando grandes mareas inundaron salitrales naturales, introduciendo postlarvas y juveniles de camarón que, tras alcanzar tamaños comerciales, demostraron el potencial de cultivo de esta especie (Rúales, 2012). En la actualidad, el cultivo de *P. vannamei* domina la producción, con una pequeña participación de *Penaeus stylirostris*.

Sin embargo, la producción de *P. stylirostris* ha sido limitada, ya que las larvas de esta especie son producidas principalmente en laboratorios, debido a que la captura de larvas silvestres fue prohibida tras la llegada del virus WSSV (White Spot Syndrome Virus), lo que afectó la acuicultura en varios países, incluida Ecuador (Cabanillas et al., 2024). Por lo tanto, actualmente, la cría y producción de larvas de *P. stylirostris* se realiza de manera controlada en instalaciones especializadas para evitar riesgos sanitarios y asegurar una producción sostenible de esta especie (Urresta, 2017).

Uno de los principales desafíos en la producción de *P. vannamei* es la elevada mortalidad que se presenta durante la fase de aclimatación de las postlarvas a condiciones de cultivo controladas. La transición desde condiciones óptimas en laboratorios hasta sistemas de producción puede generar estrés fisiológico en los organismos, lo que compromete su supervivencia. Además, la disponibilidad y calidad del agua utilizada en los procesos de aclimatación son factores determinantes en el éxito de la producción camaronera. En este sentido, surge la necesidad de evaluar alternativas hídricas viables que contribuyan a reducir la mortalidad de las postlarvas, garantizando condiciones óptimas para su adaptación y desarrollo. Este estudio busca abordar esta problemática mediante el análisis comparativo de la supervivencia de *P. vannamei* al ser aclimatado en agua de pozo y agua tratada por ósmosis inversa, con el propósito de

identificar cuál de estas fuentes hídricas ofrece mejores condiciones para el cultivo en ambientes controlados.

La calidad del agua es uno de los pilares del éxito en la acuicultura, y su monitoreo constante resulta esencial, especialmente en las fases iniciales del cultivo (Vidal-Martínez et al., 2017). Un aspecto crítico es la aclimatación de las larvas, ya que es en este proceso donde se presentan las tasas más altas de mortalidad. Si la aclimatación se realiza de manera gradual y controlada, se puede optimizar la supervivencia (Bello, 2014).

El agua de pozo se origina por la infiltración de agua de lluvia a través del suelo, acumulándose en depósitos subterráneos. Su interacción con los minerales del suelo afecta su composición química, y es vital analizar parámetros como el oxígeno disuelto, ya que niveles bajos de oxígeno suelen asociarse con la presencia de metales como hierro y manganeso (Castillo et al., 2019).

Por otro lado, el proceso de ósmosis inversa utiliza presión para forzar el paso del agua a través de una membrana semipermeable, eliminando sales y minerales disueltos. Este proceso resulta en agua con una concentración muy baja de solutos, ideal para algunos usos, pero con un impacto potencial en la supervivencia de organismos acuáticos que requieren minerales esenciales (Acciona, 2020).

Este estudio tiene como objetivo evaluar la supervivencia de *P. vannamei* durante la aclimatación en laboratorio, comparando el uso de agua de pozo y agua de ósmosis inversa (Velásquez López et al., 2023). La calidad del agua es un factor determinante en la supervivencia, por lo que este análisis comparativo busca identificar qué tipo de agua ofrece las condiciones más favorables para el desarrollo de los camarones en un entorno controlado (Varela, 2021).

El propósito de esta investigación es determinar el tiempo de supervivencia de *P. vannamei* en condiciones de aclimatación utilizando ambos tipos de agua. Además, se busca comparar los resultados para identificar cuál de las dos opciones es más beneficiosa para la supervivencia de los camarones (Rodrigues et al., 2023). Los hallazgos serán clave para mejorar las técnicas de aclimatación en acuicultura, lo que puede tener un impacto directo en la eficiencia de la producción (ElSeadawy, 2023).

La adaptación de postlarvas a nuevos entornos acuáticos es un proceso crítico en la acuicultura. Durante esta fase, los camarones deben ajustarse a variaciones en parámetros como la salinidad y la temperatura, lo cual puede influir directamente en su supervivencia y crecimiento (Quezada, 2022). Comprender cómo estos factores afectan a *P. vannamei* permitirá mejorar las condiciones de cultivo y maximizar la producción (Ferrer Chujutalli & Sernaqué Jacinto, 2022).

El presente estudio tiene como objetivo general realizar un análisis comparativo de la supervivencia de *Penaeus vannamei* al aplicar dos fuentes de agua diferentes, agua de pozo y agua de ósmosis inversa, durante el proceso de aclimatación en condiciones controladas de laboratorio. Este análisis permitirá identificar cuál de estas fuentes es más adecuada para optimizar la supervivencia y adaptación de los camarones en cautiverio, contribuyendo así a la mejora de las prácticas acuícolas en ambientes con limitaciones de agua salobre.

Por último, se analizará la calidad del agua utilizada en ambos tratamientos, examinando parámetros físico-químicos y biológicos fundamentales para la supervivencia de *P. vannamei*, tales como salinidad, pH, alcalinidad, y concentraciones de iones esenciales como calcio, potasio y magnesio. En cuanto a los parámetros biológicos, se midió la carga bacteriana, especialmente la presencia de *Vibrio spp.*, que es un patógeno común en acuicultura. Además, se realizó un análisis microbiológico que cuantificó las colonias de *Vibrio spp.*, *Pseudomonas* y hongos filamentosos en las muestras de agua tomadas durante el proceso de aclimatación. Estos análisis permitieron evaluar el control microbiológico de los diferentes tipos de agua y cómo influenciaban la salud y supervivencia de las postlarvas de *Penaeus vannamei* durante la aclimatación. Estos conocimientos son esenciales para optimizar las técnicas de cultivo y mejorar la tasa de supervivencia de los organismos, garantizando la sostenibilidad de la industria acuícola en Ecuador (Bueno Calderón & Vanegas Manrique, 2024).

PROBLEMÁTICA

El cultivo de *Penaeus vannamei* ha emergido como una actividad fundamental en la economía ecuatoriana, posicionando a Ecuador como uno de los mayores exportadores de camarón del mundo. Sin embargo, a pesar de su relevancia, el proceso de aclimatación de postlarvas de camarón a condiciones de baja salinidad sigue siendo un desafío significativo. La industria camaronera enfrenta importantes obstáculos

debido a los factores que influyen en la supervivencia de las postlarvas, tales como la calidad del agua y el manejo de los parámetros físico-químicos. Si bien la especie *P. vannamei* es conocida por su alta capacidad de adaptación a diversas salinidades, la aclimatación en aguas de baja salinidad exige una cuidadosa atención al equilibrio de iones y la concentración de nutrientes esenciales (Valencia-Castañeda et al., 2019).

El agua utilizada en el proceso de aclimatación juega un papel fundamental en la supervivencia y el crecimiento de las postlarvas. Los acuicultores de diversas regiones, incluyendo el Ecuador, han experimentado con diferentes fuentes de agua, como el agua de pozo y el agua tratada por ósmosis inversa. Aunque el agua de pozo es comúnmente utilizada en la industria, presenta ciertos problemas relacionados con la carga bacteriana y el desequilibrio en la concentración de minerales, lo que puede afectar el desarrollo adecuado de las postlarvas (Godínez et al., 2011). Por otro lado, el agua tratada por ósmosis inversa, a pesar de ofrecer una mejor calidad microbiológica, requiere un balance iónico más preciso, lo que plantea nuevos desafíos en términos de la gestión del agua en los sistemas de cultivo (Hernández et al., 2023).

Además, la sobrepoblación y el alto ritmo de crecimiento en los sistemas de acuicultura incrementan la carga bacteriana, lo que aumenta el riesgo de enfermedades, especialmente aquellas provocadas por patógenos como *Vibrio spp.* Esto ha llevado a los investigadores a centrarse en el desarrollo de sistemas que mejoren la calidad del agua y controlen la proliferación bacteriana. La carga bacteriana y la eficiencia del sistema de filtración son factores clave que determinan la viabilidad de los cultivos (Boyd, Thunjai, & Boonyaratpalin, 2002). El control microbiológico es, por tanto, una prioridad para garantizar la salud de las postlarvas y la productividad de los cultivos (Galkanda et al., 2021).

No obstante, la implementación de prácticas de manejo adecuadas no es suficiente sin una investigación constante que permita optimizar las condiciones de cultivo en cuanto a los parámetros físico-químicos. Es necesario realizar estudios exhaustivos sobre la relación entre salinidad, pH, concentración de iones esenciales como calcio, magnesio y potasio, y la supervivencia de las postlarvas. Según Balbi et al. (2005), el equilibrio iónico en el agua es crucial para la osmorregulación de las postlarvas, lo que influye directamente en su capacidad para resistir el estrés y desarrollarse adecuadamente. Sin un control preciso de estos parámetros, el estrés

osmótico puede ser fatal, especialmente en las primeras fases de desarrollo de las postlarvas.

En este sentido, se debe señalar que el control de la calidad del agua, junto con la constante evaluación de sus parámetros, es un requisito esencial para garantizar la viabilidad del cultivo de *P. vannamei*. Las condiciones no controladas de calidad del agua pueden generar fluctuaciones que afectan directamente a la tasa de mortalidad y el rendimiento del cultivo. Este es un reto que los productores de camarón deben abordar con urgencia para evitar pérdidas económicas y garantizar una producción sostenible a largo plazo (Carvajal, 2018). De ahí que el estudio detallado de la calidad del agua sea indispensable para el éxito de la industria camaronera, y se requiere de más investigaciones para mejorar las prácticas y procedimientos en la aclimatación de postlarvas.

De esta forma, si bien la industria camaronera de Ecuador sigue siendo un actor clave a nivel mundial, la sostenibilidad de esta actividad dependerá de la capacidad para enfrentar los desafíos relacionados con la calidad del agua y el control de la proliferación bacteriana. La implementación de protocolos científicos más rigurosos en la gestión del agua y la identificación de las mejores prácticas para la aclimatación de postlarvas son fundamentales para optimizar la productividad y mantener la competitividad de la industria ecuatoriana a nivel global (Hanna, 2021).

JUSTIFICACIÓN

El cultivo de *Penaeus vannamei* es una de las actividades más relevantes dentro de la acuicultura ecuatoriana, siendo fundamental para la economía nacional debido a su alta rentabilidad y la generación de empleo en diversas regiones del país. La creciente demanda internacional de este producto ha impulsado a los acuicultores ecuatorianos a mejorar sus prácticas de producción, enfocándose en la optimización de la calidad del agua, un factor crítico que influye directamente en la supervivencia y el rendimiento de las postlarvas de camarón. En este contexto, la investigación sobre el manejo adecuado de la calidad del agua, en especial en condiciones de baja salinidad, se vuelve esencial para asegurar el éxito y la sostenibilidad del cultivo en diferentes zonas del país (Ochoa López & Mina Bayas, 2023).

Uno de los mayores retos de la acuicultura terrestre de *P. vannamei* es la aclimatación de las postlarvas a aguas de baja salinidad. Esta etapa, si no se maneja adecuadamente, puede generar altas tasas de mortalidad debido a las variaciones iónicas y la presencia de contaminantes en el agua, que afectan la osmorregulación y el bienestar de las larvas. La necesidad de crear protocolos más eficientes para la aclimatación de postlarvas en agua de baja salinidad ha llevado a realizar investigaciones centradas en el control de la calidad del agua, especialmente en cuanto a la salinidad, la concentración de iones esenciales y la carga bacteriana. Las investigaciones previas han mostrado que un manejo inadecuado de estos factores puede resultar en una disminución de la calidad de los cultivos y, por lo tanto, en la rentabilidad de los productores (Navarro, 2023).

En este sentido, la industria camaronera de Ecuador requiere urgentemente de investigaciones adicionales que proporcionen respuestas sobre los efectos específicos de diferentes fuentes de agua y las mejores prácticas de aclimatación. Por ejemplo, el uso de agua tratada por ósmosis inversa podría ofrecer ventajas en términos de control microbiológico, pero la correcta dosificación de iones y la eliminación de contaminantes orgánicos deben ser consideradas cuidadosamente para evitar problemas en la osmorregulación de las postlarvas. La optimización de estos parámetros no solo mejora la supervivencia, sino que también puede acelerar el crecimiento de las postlarvas, lo que contribuiría a una mayor producción de camarones en menor tiempo (González, 2022).

Este estudio es crucial para desarrollar estrategias que mejoren la aclimatación de *P. vannamei* y optimicen la calidad del agua, tanto en cultivos de baja salinidad como en otros sistemas de cultivo acuícola. Al proporcionar un marco científico detallado sobre los parámetros a controlar durante el proceso de aclimatación, este trabajo contribuirá significativamente al avance de la acuicultura en Ecuador, favoreciendo la expansión de la industria y garantizando su competitividad a nivel internacional. Además, esta investigación no solo aportará conocimientos sobre el manejo de la calidad del agua, sino también sobre cómo mejorar las prácticas productivas para asegurar una producción sostenible y rentable (Ochoa López & Mina Bayas, 2023).

OBJETIVOS

Objetivo General

Realizar un análisis comparativo de la supervivencia de *Penaeus vannamei* al aplicar agua de pozo y agua de osmosis inversa durante el proceso de aclimatación en condiciones de laboratorio, con el fin de determinar cuál de las dos fuentes de agua es más adecuada para optimizar la supervivencia y adaptación de los camarones en cautiverio

Objetivos Específicos

- Evaluar la tasa de supervivencia de *Penaeus vannamei* sometidos a aclimatación con agua de pozo y agua de osmosis inversa durante un período de 2 ciclos de producción en condiciones de laboratorio.
- Comparar el crecimiento y desarrollo de los camarones (*P. vannamei*) aclimatados con agua de pozo y agua de osmosis inversa, analizando parámetros como el peso, la longitud y la salud general de los organismos.
- Determinar la calidad del agua de pozo y agua de osmosis inversa en términos de parámetros físico-químicos y biológicos relevantes para la supervivencia y adaptación de *P. vannamei* en cautiverio, como la salinidad, pH, alcalinidad, concentración de calcio potasio magnesio.

HIPÓTESIS

H0: No existe diferencia significativa en la supervivencia de *Penaeus vannamei* durante el proceso de aclimatación en condiciones de laboratorio entre el uso de agua de pozo y agua de ósmosis inversa.

H1: Existe una diferencia significativa en la supervivencia de *Penaeus vannamei* durante el proceso de aclimatación en condiciones de laboratorio entre el uso de agua de pozo y agua de ósmosis inversa.

MARCO TEÓRICO

Antecedentes generales de *Penaeus vannamei*

En los últimos años, la investigación sobre *Penaeus vannamei* ha avanzado significativamente, centrándose en el desarrollo de protocolos que optimicen la producción en laboratorios de larvas de camarón. Estos estudios han permitido innovar en técnicas que mejoran el crecimiento y la supervivencia de la especie, especialmente frente a variaciones de salinidad y la incidencia de enfermedades (El-Sayed, 2021). El proceso de aclimatación a bajas salinidades, un aspecto crítico para el éxito en la acuicultura, se define como la adaptación gradual de los camarones a un nuevo entorno acuático, ajustando parámetros esenciales como temperatura, pH y salinidad para asegurar su bienestar (Molinos, 2019).

En la industria acuícola, la aclimatación de *Penaeus vannamei* se lleva a cabo mediante protocolos de ajuste gradual de las condiciones del agua, minimizando el estrés fisiológico en los organismos.

La reducción progresiva de la salinidad se disminuye de manera escalonada, generalmente a razón de 2-3 ppt por día, permitiendo que los camarones ajusten su regulación osmótica sin comprometer su homeostasis (Boyd & Thunjai, 2003).

El control de temperatura, se mantienen temperaturas entre 26-30 °C, ya que fluctuaciones bruscas pueden aumentar el estrés osmótico y afectar la supervivencia. El ajuste térmico se realiza mediante el uso de calentadores o enfriadores en los sistemas de recirculación (Cheng et al., 2021).

El pH del agua debe mantenerse dentro de un rango óptimo de 7.5-8.5, ya que variaciones extremas pueden afectar la capacidad del camarón para absorber minerales esenciales. Se emplean tampones químicos como bicarbonato de sodio o carbonato de calcio para estabilizar el pH (Roy et al., 2010).

Durante la aclimatación, se monitorean niveles de calcio, potasio y magnesio, suplementando con sales específicas si es necesario, para evitar deficiencias que puedan afectar la formación del exoesqueleto y la osmorregulación (McGraw & Scarpa, 2003).

Se asegura que los niveles de oxígeno disuelto no caigan por debajo de 5 mg/L, utilizando aireadores o inyección de oxígeno en sistemas de alta densidad, lo que previene el estrés metabólico en los organismos (Velásquez et al., 2023).

Estudios previos han señalado que el bajo crecimiento en larvas de camarón puede estar relacionado con factores patogénicos y prácticas de manejo inadecuadas, lo que ha resultado en una disminución de la producción (Prasertsri, Limsuwan, & Churchird, 2014). Esta problemática ha sido observada en diversas regiones, incluidas Tailandia y Estados Unidos, donde la práctica de cultivar camarones en agua dulce mezclada con soluciones de salmuera ha demostrado ser efectiva, alcanzando concentraciones de salinidad que oscilan entre 2 y 5 psu (Saoud, Davis, & Rouse, 2003). Los estudios realizados en estas regiones han evidenciado que la aclimatación de las postlarvas de *Penaeus vannamei* a estas concentraciones de salinidad en agua dulce, al combinarse con soluciones de salmuera, reduce considerablemente las tasas de mortalidad durante el proceso de transición de agua dulce a agua salada. En estos estudios, se observó una mejora en la osmorregulación, lo que permite a las postlarvas manejar mejor el estrés osmótico, fundamental en la fase de aclimatación. Las tasas de supervivencia aumentaron entre un 15% y 30% en comparación con los grupos de control en agua dulce sin salmuera. Además, este enfoque no solo optimiza la supervivencia, sino que también favorece el crecimiento de los camarones, registrándose incrementos en el peso y tamaño promedio de los organismos, lo que a su vez contribuye a una mayor eficiencia en los cultivos y reduce el tiempo necesario para alcanzar el tamaño comercial.

En Venezuela, las investigaciones sobre la aclimatación de postlarvas de *Penaeus vannamei* a bajas salinidades utilizando agua subterránea de pozo profundo son limitadas (Duarte, 2002). En Ecuador, a partir de la crisis causada por el virus del síndrome de la mancha blanca (WSSV) que afectó gravemente la producción tradicional de camarón a mediados del año 2000, se comenzó a utilizar agua subterránea como una estrategia para reducir la incidencia de enfermedades y mejorar las condiciones de cultivo. Este cambio a aguas subterráneas se debió principalmente a que el agua proveniente de pozos tiene menores concentraciones de patógenos y bacterias, lo que contribuye a un entorno más saludable para las postlarvas de *Penaeus vannamei* en comparación con las fuentes de agua superficial, más susceptibles a la contaminación bacteriana (Cervantes, 2015). Además, el uso de agua subterránea permitió mantener

una mayor estabilidad en los parámetros físico-químicos, como la salinidad y el pH, cruciales para evitar el estrés en las postlarvas y mejorar su tasa de supervivencia. Un estudio realizado en el Cantón Arenillas, en la provincia de El Oro, encontró que el uso de agua subterránea resultó en un aumento de la productividad de hasta un 20% en los sistemas de cultivo de camarón, debido a la reducción de enfermedades como el WSSV, que se vio significativamente controlada en comparación con los sistemas que usaban agua superficial (Valle, 2020). Esta mejora en la calidad del agua no solo contribuyó a una mayor tasa de supervivencia, sino también a un crecimiento más rápido de los camarones, reduciendo el tiempo de cultivo necesario para alcanzar el tamaño comercial y, por ende, aumentando la rentabilidad de la producción.

En América Latina, países como México y Brasil han desarrollado estudios sobre la aclimatación de *P. vannamei* en aguas de baja salinidad con resultados variables en términos de supervivencia y crecimiento. En México, investigaciones realizadas en Sinaloa han demostrado que la suplementación con sales específicas, como cloruro de potasio y magnesio, puede mejorar la osmorregulación de los camarones en ambientes con salinidades inferiores a 3 ppt, aumentando la tasa de supervivencia en hasta un 80% (Hernández-Coronado et al., 2015). En Brasil, experimentos con el cultivo de camarón en sistemas de recirculación con agua de pozo han evidenciado que la estabilidad en los niveles de calcio y magnesio es determinante para minimizar el estrés osmótico y reducir la mortalidad en etapas tempranas (Rodrigues et al., 2018).

El enfoque intensivo en el cultivo de camarón, motivado por la creciente demanda internacional, ha llevado a la adopción de sistemas con agua de pozo, donde se alojan hasta 120 animales por metro cuadrado. Este método genera una acumulación significativa de materia orgánica y compuestos nitrogenados, complicando el manejo de la calidad del agua, especialmente en condiciones de baja salinidad (Quimis Puga & Rodríguez Vera, 2019). Estudios recientes han implementado agua subterránea durante la aclimatación de postlarvas, logrando un crecimiento aceptable, pero con una supervivencia moderada del 45.9%, lo que evidencia la necesidad de investigaciones adicionales para abordar los desafíos de osmorregulación y balance iónico en entornos de baja salinidad (Colón Velásquez López et al., 2023). Además, McGraw y Scarpa (2003) subrayan la importancia del potasio (K^+) en la supervivencia de *Penaeus vannamei* en aguas dulces, destacando que un desequilibrio en la concentración de iones

puede afectar gravemente la capacidad de osmorregulación del camarón, resultando en una elevada mortalidad.

Estudios más recientes, como el de Ramamoorthy et al. (2019), han investigado cómo la calidad del suelo y del agua en la interfaz sedimento-agua en estanques de cultivo de *Penaeus vannamei* varía con diferentes niveles de salinidad. Los resultados mostraron que parámetros clave como el nitrógeno amoniacal y la alcalinidad total son mayores en el agua de la interfaz, lo que sugiere una influencia significativa de la capa superior de sedimentos en la composición química del agua. El nitrógeno amoniacal, por ejemplo, es una forma de amoníaco tóxico para los camarones, especialmente en condiciones de bajas salinidades, ya que puede interferir con su metabolismo y afectar su capacidad para crecer adecuadamente, provocando estrés fisiológico y reduciendo la tasa de supervivencia. Por otro lado, la alcalinidad total, que está relacionada con la capacidad del agua para resistir cambios en su pH, también es crucial en ambientes con salinidad reducida, ya que fluctuaciones en el pH pueden generar condiciones desfavorables para los camarones, afectando su sistema enzimático y su salud general. Estos hallazgos destacan la importancia de un monitoreo efectivo de estos parámetros para prevenir el deterioro ambiental en los estanques, especialmente en condiciones de bajas salinidades, donde la supervivencia de los camarones podría verse comprometida. La correcta gestión de estos factores, junto con un manejo adecuado de la salinidad, puede ser clave para optimizar el crecimiento y la supervivencia de *Penaeus vannamei* en sistemas de acuicultura con agua de baja salinidad (Saraswathy et al., 2020).

En la actualidad, Ecuador se ha consolidado como un referente en acuicultura, posicionándose como uno de los principales exportadores de camarón a nivel mundial (Velastegui & Torres, 2023). La presente investigación se centró en la aclimatación de *Penaeus vannamei* desde los estadios PL5 y PL8, analizando tanto aspectos físicos como microbiológicos. Con estos antecedentes se pretende llenar un vacío en la investigación existente, proporcionando datos valiosos que contribuyan a mejorar las prácticas acuícolas y a asegurar una mayor productividad y sostenibilidad en la industria camaronera. Para ello, se evaluaron parámetros físicos e iónicos durante el proceso de aclimatación y se identificaron posibles agentes patógenos responsables de mortalidad o enfermedades en el laboratorio BIOGEMAR.

Descripción geográfica y características de *Penaeus vannamei*.

El camarón blanco (*Penaeus vannamei*) es una especie nativa de la costa oriental del Océano Pacífico, abarcando desde Sonora, México, hasta Tumbes, Perú. Este camarón prospera en hábitats marinos tropicales donde la temperatura del agua se mantiene por encima de 20 °C durante todo el año. Los adultos habitan y se reproducen en mar abierto, mientras que las postlarvas migran hacia las costas para completar su desarrollo en estuarios, lagunas costeras y manglares. Los machos alcanzan la madurez a partir de los 20 gramos y las hembras a partir de los 28 gramos, generalmente entre los 6 y 7 meses de edad. Cuando alcanzan un peso de 30 a 45 gramos, las hembras pueden liberar entre 100,000 y 250,000 huevos, que eclosionan aproximadamente 16 horas después de la fertilización. Durante las primeras etapas de desarrollo, las larvas, conocidas como nauplios, se nutren de sus reservas embrionarias, mientras que en etapas posteriores se alimentan de fitoplancton y zooplancton antes de establecerse en la costa, donde cambian a una dieta basada en detritos bénticos, gusanos, bivalvos y pequeños crustáceos. (FAO, 2009).

Clasificación taxonómica del camarón (*Penaeus vannamei*)

conocido como camarón blanco del Pacífico, pertenece a la familia *Penaeidae* dentro del orden Decápoda. La clasificación taxonómica de esta especie es la siguiente:

Filo: Arthropoda

Subfilo: Crustacea

Clase: Malacostraca

Orden: Decapoda

Suborden: Dendrobranchiata

Familia: Penaeidae

Género: Litopenaeus

Especie: L. vannamei

Importancia Económica en Ecuador

Ecuador se ha consolidado como uno de los principales productores y exportadores de camarón a nivel mundial, especialmente de *Penaeus vannamei*. En 2021, el país reportó una producción de aproximadamente 940,000 toneladas de

camarón, con un área de cultivo que abarca cerca de 250,000 hectáreas. La industria camaronera representa un sector crucial para la economía ecuatoriana, contribuyendo significativamente al Producto Interno Bruto (PIB) del país. En 2022, las exportaciones de camarón alcanzaron un récord de USD 6,653 millones, lo que representa el 5.7% del PIB nacional (BBC News Mundo, 2022). La producción de camarón en Ecuador se caracteriza por su alta eficiencia, con tasas de producción que oscilan entre 3.67 y 11.95 toneladas por hectárea al año. Las provincias más productivas son Guayas y El Oro, que juntas representan más del 80% de la producción total del país. Además, el cultivo en estanques de suelo y el uso de técnicas adecuadas han permitido a Ecuador mantener una posición competitiva en el mercado internacional frente a otros países como India y Vietnam (Zhao, 2022). Sin embargo, la industria enfrenta desafíos como la escasez de harina de pescado y la necesidad de mejorar la tasa de utilización del alimento. La búsqueda de alternativas sostenibles y eficientes para la alimentación del camarón es fundamental para el futuro del sector. A medida que la demanda global sigue creciendo, Ecuador debe adaptarse e innovar en sus prácticas acuícolas para seguir siendo un líder en la producción de camarón.

Alimentación con dieta tradicional

la nutrición en postlarvas de camarón es clave para su crecimiento y supervivencia. El consumo de alimento por los camarones está regulado por sus necesidades nutricionales, y una dieta con un contenido energético excesivo puede reducir la ingesta, afectando negativamente el crecimiento. Para evitar esto, se recomienda mantener una proporción de proteína a lípidos de 6:1, asegurando así un equilibrio adecuado en la dieta. La proteína es el nutriente más relevante en la formulación de alimentos balanceados, especialmente en alimentos iniciadores, que son esenciales en las primeras fases del cultivo debido a su alto valor nutricional. Estos alimentos contienen proteínas altamente digestibles, ácidos grasos insaturados, fosfolípidos y colesterol, optimizados mediante procesos de extrusión para mejorar la digestibilidad y minimizar los factores antinutricionales. La calidad de la proteína depende de su cantidad, digestibilidad y disponibilidad de aminoácidos esenciales (Molina et al., 2020).

Tabla 1 Composición nutricional del alimento comercial utilizado en laboratorios de larvas de camarón según (Gonzales, 2022).

Nutrientes	Valor
Humedad (%)	8
Proteína (%)	44
Lípidos (%)	22
Ceniza (%)	7,5
Fibra (%)	2,0
Calcio (%)	1,16
Sodio (%)	0,41
Fósforo (%)	0,96
Vitamina A (IU/kg)	15,000
Vitamina D3 (IU/kg)	2,000

Factores críticos en la aclimatación

Calidad de agua

El agua es un recurso esencial utilizado en diversas actividades e industrias, cuyas características varían según el uso previsto. La calidad del agua se puede describir como el conjunto de propiedades químicas, físicas y biológicas del agua que la hacen adecuada para un propósito específico. Estos parámetros pueden evaluarse mediante análisis cualitativos o cuantitativos, realizados en laboratorio o en campo. Las interacciones biológicas y químicas pueden provocar fluctuaciones en diferentes parámetros de calidad del agua, como el oxígeno disuelto, la temperatura, el pH, la salinidad, la dureza, la alcalinidad, la materia orgánica y los compuestos nitrogenados, entre otros (Boyd C., 2001).

Factores que Influyen en la Aclimatación

En la acuicultura, el agua es el medio en el que *Penaeus vannamei* se desarrolla, por lo que su calidad desempeña un papel fundamental. Mantener parámetros óptimos es esencial para asegurar un ambiente adecuado durante la aclimatación y evitar desequilibrios en los procesos biológicos del camarón, lo que podría afectar negativamente su salud y crecimiento. García Sánchez et al. (2018) destacan que es vital monitorear y ajustar rigurosamente factores como temperatura, pH, salinidad, oxígeno disuelto y presencia de iones esenciales para favorecer un proceso de aclimatación exitoso y garantizar que el entorno acuático no cause estrés ni comprometa la supervivencia de la especie.

Temperatura

El camarón blanco puede tolerar un amplio rango de temperaturas durante su cultivo, pero su crecimiento óptimo se logra entre 28°C y 31°C. Se utilizan sistemas de calefacción para mantener esta temperatura ideal (García, 2018). Sin embargo, las variaciones de temperatura pueden afectar otros parámetros críticos para la calidad del agua. A temperaturas más altas, aumenta la concentración de amonio tóxico, lo que puede ser perjudicial. Si la temperatura desciende a 25°C, los camarones entran en un estado de latencia, lo que afecta negativamente su capacidad de asimilar alimentos y, por ende, su crecimiento (Salazar, 2017).

Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto (OD) es un parámetro crucial en la acuicultura, especialmente en el cultivo de camarones del género *penaeus*. el OD se define como la cantidad de oxígeno gaseoso disuelto en el agua, expresado normalmente en partes por millón (ppm) o miligramos de oxígeno por litro (mg/L) (Mayarí et al. 2000). La concentración de oxígeno disuelto (OD) en un sistema acuático es el resultado del equilibrio entre el oxígeno que ingresa al sistema y el que es consumido por los organismos. En el cultivo de camarones, es fundamental mantener concentraciones de OD superiores a 3 mg/L, con un rango óptimo alrededor de 5 mg/L (Vinatea, 2014). Estos niveles adecuados de OD ayudan a reducir la acumulación de materia orgánica, aumentando la capacidad de carga del sistema. Los rangos mínimos y máximos recomendados para el cultivo son de 4 mg/L y 10 mg/L, respectivamente. Una baja solubilidad de oxígeno afecta negativamente la salud de los organismos, causando estrés, bajo apetito, crecimiento lento, susceptibilidad a enfermedades y mortalidad (Carrillo, 2013).

Salinidad

La salinidad es una propiedad química del agua que se define como la cantidad total de iones disueltos presentes en ella y se expresa comúnmente en partes por mil (ppt, por sus siglas en inglés), el cloruro de sodio (NaCl) representa aproximadamente el 80% de las sales que componen el agua marina, mientras que el 20% restante está formado por otros iones (Moraga, 2015). Además, la mayoría de las especies de camarones penaeidos son eurihalinas, y *Litopenaeus vannamei* ha demostrado ser capaz de cultivarse exitosamente en un rango de salinidad que va desde 3 ppt hasta más de 50

ppt; por otro lado, la salinidad se determina por la presencia de sólidos disueltos, que incluyen principalmente fosfatos, bicarbonatos, sulfatos y nitratos, entre otros (Moraga, 2015).

Tabla 2 Iones relacionados a la salinidad del agua de mar (Boyd, 2018)

Ion	1‰ de salinidad (mg/L)	Agua de mar (mg/L)
Calcio	11.6	400
Magnesio	39.1	1350
Potasio	10.7	380

pH

El pH es una medida de la concentración de iones de hidrógeno en una solución, indicando si el agua es ácida o básica en una escala de 0 a 14 (Martínez & Herrera, 2012) En el cultivo de camarones, un pH adecuado oscila entre 7.5 y 9.0, siendo esencial para la fertilidad y productividad de los estanques (Mendoza & Rodríguez, 2020). Durante el día, el pH tiende a subir debido a la fotosíntesis del fitoplancton, que consume CO₂, mientras que por la noche disminuye al acumularse dióxido de carbono, formando ácido carbónico (Kubitza 2017). Esta fluctuación puede ser más pronunciada en estanques con abundante fitoplancton. Un pH muy bajo, inferior a 5.0, afecta negativamente el crecimiento y metabolismo de los camarones (Miranda et al., 2010). Aunque el pH bajo es más común, se puede corregir aplicando cal. Aguas con moderada alcalinidad presentan menos variaciones en el pH, favoreciendo un ambiente más estable para el cultivo (Sacasqui, 2017).

Calcio y su papel en la osmorregulación de *Penaeus vannamei*

En el cultivo de larvas de camarón, la correcta gestión de los niveles de calcio, potasio y magnesio es esencial para garantizar un entorno acuático equilibrado y propicio para el crecimiento de *Penaeus vannamei*. El calcio es un ion fundamental en la acuicultura, ya que no solo influye en la dureza del agua y el equilibrio iónico, sino que también desempeña un papel clave en la homeostasis osmótica de los camarones, especialmente en condiciones de baja salinidad. En aguas con menor concentración de sales, los organismos acuáticos enfrentan un mayor desafío para retener los iones esenciales y prevenir la pérdida excesiva de agua por osmosis. En este contexto, el

calcio contribuye a la regulación de la permeabilidad de las membranas celulares, ayudando a reducir el estrés osmótico y promoviendo la estabilidad fisiológica del camarón.

Las fuentes más comunes de calcio en acuicultura incluyen carbonatos de calcio, yeso y óxido de calcio, siendo los dos primeros los más utilizados debido a su capacidad para estabilizar la alcalinidad y el pH del agua. Este mineral también juega un papel determinante en la formación del exoesqueleto durante la muda, ya que el camarón necesita una cantidad adecuada de calcio en el agua para endurecer su caparazón tras la ecdisis (Briceño, 2020). En ambientes de baja salinidad, la limitada disponibilidad de calcio puede provocar exoesqueletos débiles y una mayor vulnerabilidad a enfermedades o depredadores. Por lo tanto, el monitoreo y ajuste de los niveles de calcio en el agua de cultivo es fundamental para la supervivencia y el óptimo desarrollo de *Penaeus vannamei*.

Magnesio y su interacción con el calcio en la aclimatación del camarón

El magnesio es otro mineral esencial para el desarrollo de las postlarvas de camarón, desempeñando un rol crucial en la formación del exoesqueleto y en numerosos procesos metabólicos. Actúa como un cofactor enzimático en reacciones bioquímicas fundamentales, facilitando la digestión, la asimilación de nutrientes y la síntesis de proteínas necesarias para el crecimiento del camarón (Briceño, 2020). Sin embargo, su función va más allá de la nutrición, ya que el magnesio también es determinante en el mantenimiento del equilibrio osmótico y en la regulación de la absorción de calcio.

En condiciones de baja salinidad, la interacción entre calcio y magnesio cobra especial importancia. La relación adecuada entre estos dos iones es fundamental para evitar problemas fisiológicos en el camarón. Un desequilibrio en la proporción de calcio y magnesio puede afectar la eficiencia de la osmorregulación, provocando alteraciones en la capacidad del camarón para retener iones esenciales y mantener su homeostasis interna. Estudios han demostrado que niveles inadecuados de magnesio pueden comprometer la absorción de calcio, afectando la calcificación del exoesqueleto y generando deformaciones estructurales en los camarones en crecimiento.

Si bien las fuentes solubles de magnesio son efectivas para mantener niveles adecuados de este ion en el agua, su elevado costo y la posibilidad de causar problemas

fisiológicos en peces y crustáceos si no se dosifican correctamente limitan su uso. En acuicultura, el óxido de magnesio es la forma más utilizada, ya que permite una liberación controlada del mineral en el agua sin generar fluctuaciones drásticas en la calidad del medio. Su correcta dosificación es fundamental para asegurar una adecuada respiración, crecimiento y salud general en los camarones (Acuimpo S.A., 2020)

Agua de Pozo

Las capas acuíferas constituyen el 90% del agua dulce disponible, utilizada para diversos fines como riego y consumo humano. Esta agua proviene de la infiltración de la lluvia a través del suelo, acumulándose en depósitos subterráneos cuando encuentra una capa impermeable. Desde tiempos antiguos, se ha utilizado esta agua mediante manantiales naturales o pozos. La presencia de oxígeno disuelto en estas aguas es crucial; a bajas concentraciones, se incrementa la disolución de minerales como hierro y manganeso. A mayor profundidad del pozo, la velocidad del flujo disminuye, llegando a medirse en pies por año en aguas profundas. Una ventaja de las fuentes subterráneas es su relativa limpieza, ya que las impurezas son filtradas a través de las capas de suelo (Balda Mendoza & Menéndez, 2002).

Agua de ósmosis inversa

La ósmosis inversa es un proceso clave en la desalinización de agua de mar, esencial para reducir la salinidad en cultivos de camarón. Este método involucra varias etapas, desde la toma y pretratamiento del agua hasta la presurización a través de membranas semipermeables que separan las sales (ASDAGI, 2023). Aunque la ósmosis inversa presenta ventajas como bajo consumo de energía y operación sencilla, también enfrenta desafíos como el alto costo de las membranas y la necesidad de un pretratamiento riguroso (Rodríguez & Fran_lm, 2013). En el cultivo de camarón, el uso de agua de ósmosis inversa permite crear un entorno controlado con niveles de salinidad reducidos, favoreciendo el desarrollo y la supervivencia de los camarones. Con el avance tecnológico, se espera mejorar la eficiencia y reducir costos, consolidando la ósmosis inversa como una solución viable para la acuicultura en áreas con escasez de agua (Chunjian, 2024).

Alcalinidad

La alcalinidad es un parámetro crucial en los estanques de cultivo, especialmente en la aclimatación de larvas de camarón a bajas salinidades (Hanna, 2021). Para asegurar un crecimiento óptimo y una alta supervivencia, la alcalinidad no debe ser inferior a 80 mg/L de CaCO₃. Si la alcalinidad es baja, el pH del agua fluctúa significativamente, lo que puede estresar a los camarones, reduciendo su crecimiento e incluso provocando mortalidad. Además, una baja alcalinidad afecta la disponibilidad de ciertos elementos esenciales para la producción de microalgas, como el fósforo, que se vuelve insoluble con alcalinidades menores a 40 mg/L (Toro, 2022). Para evitar estos problemas, es fundamental ajustar la alcalinidad utilizando hidróxido de calcio, mejorando así la disponibilidad de fósforo para el fitoplancton. La alcalinidad, medida en mg/L, es vital para mantener la estabilidad del pH, actuando como un tampón que previene variaciones extremas en los niveles de pH (Ulloa, 2015).

Potasio

El potasio es un ion crucial para las células del camarón, presente en casi todos los fluidos y tejidos blandos de la especie, siendo el principal catión en el fluido intracelular. Desempeña un papel clave en la regulación de la presión osmótica intracelular del camarón, además de tener un efecto estimulante sobre la irritabilidad muscular, al igual que el sodio (Briceño, 2020). Este mineral es esencial para la síntesis de glucógeno y proteínas, así como para la descomposición metabólica de la glucosa. En agua dulce, los niveles de potasio son bajos, con valores de 2.3 mg/L, en comparación con los 390 mg/L que se encuentran en el agua de mar (Carvajal, 2017).

Amonio, nitritos y nitratos.

En el cultivo de larvas de camarón en laboratorio, la presencia de amonio en concentraciones elevadas representa un riesgo significativo, ya que puede reducir el crecimiento de los organismos y convertirse en una sustancia tóxica (Rivera, 2011). El nitrito, siendo un intermediario en la conversión de amonio a nitrato, también puede provocar problemas en los sistemas acuícolas, especialmente cuando existe un desbalance en las bacterias responsables de los procesos de nitrificación y desnitrificación. Este riesgo es particularmente alto en ambientes de agua dulce, donde la concentración de nitrito puede aumentar debido a una menor capacidad de dilución y una menor eficiencia en los procesos biológicos de nitrificación (Frías y Páez, 2001). El nitrato es el menos tóxico entre estos compuestos, y su acumulación en el agua de los

estanques de postlarvas puede ser aprovechada positivamente. Sin embargo, el manejo cuidadoso de los niveles de amonio, nitrito y nitrato es esencial para mantener un entorno acuático saludable y optimizar el rendimiento de los cultivos de camarones en condiciones controladas (Gómez, 2021).

Bacteria patógenas o vibrios

En el ámbito de la acuicultura, las bacterias del género *Vibrio* han sido identificadas como patógenos claves que causan diversas enfermedades en moluscos, peces y crustáceos, afectando todas las etapas del ciclo de cultivo, desde las fases larvarias hasta el crecimiento final (Thompson et al., 2004). Estas bacterias actúan como patógenos oportunistas, aprovechando los desequilibrios en las comunidades bacterianas de los sistemas acuícolas (Aguilera-Rivera et al., 2014). En el caso de los camarones, las especies de *Vibrio* más perjudiciales incluyen *V. harveyi*, *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, *V. anguillarum*, *V. vulnificus* y *V. splendidus*. Estas bacterias tienen la capacidad de colonizar la hepatopáncreas de los camarones, lo que se traduce en una disminución en las tasas de crecimiento, un aumento en los factores de conversión alimenticia y una elevada mortalidad de los organismos (Vieira et al., 2009).

Hongos filamentosos y Pseudomonas

La acuicultura Ecuatoriana (*P.vannamei*) se destaca por su resistencia y tolerancia a diversas condiciones ambientales. (Bernal et al, 2021). Sin embargo, esta resistencia no lo exime de ser vulnerable a infecciones causadas por hongos filamentosos y bacterias del género *Pseudomonas*. Estas bacterias, comúnmente encontradas en ambientes de baja salinidad, pueden causar alta mortalidad en los cultivos de camarón al producir exotoxinas que provocan necrosis tisular y alteraciones en el epitelio de órganos vitales como la hepatopáncreas (Lozano et al, 2012). La enfermedad resultante, conocida como hepatopancreatitis necrótica, es difícil de tratar y requiere la administración de múltiples fármacos, para prevenir estos brotes bacteriológicos, es crucial mantener condiciones óptimas en los estanques de cría, incluyendo recambios regulares de agua y monitoreo constante del agua, suelo y hemolinfa de los camarones. Los productores deben estar atentos a las condiciones del ecosistema para evitar que las bacterias oportunistas, como las *Pseudomonas*, afecten la productividad y supervivencia de los camarones (Saúl, 2019).

Importancia del balance iónico y su impacto en la fisiología del camarón estadístico

El balance iónico es un factor determinante en la fisiología de *Penaeus vannamei*, ya que regula procesos esenciales como la osmorregulación, la formación del exoesqueleto, la actividad enzimática y el metabolismo energético. Los principales iones involucrados en este equilibrio son sodio (Na^+), potasio (K^+), calcio (Ca^{2+}) y magnesio (Mg^{2+}), cuya concentración en el agua afecta directamente la supervivencia y el crecimiento de los camarones (Roy et al., 2010).

Regulación osmótica y supervivencia

La osmorregulación es el mecanismo mediante el cual los camarones mantienen el equilibrio de agua y sales dentro de su organismo frente a cambios en la salinidad del medio. En ambientes de baja salinidad, los camarones pierden iones esenciales por difusión y absorben agua en exceso, lo que puede generar estrés osmótico y afectar su capacidad de adaptación (McGraw & Scarpa, 2003).

Estudios han demostrado que deficiencias en calcio y magnesio pueden aumentar significativamente la tasa de mortalidad en postlarvas de *P. vannamei*. Un experimento realizado por Roy et al. (2010) reveló que la supervivencia de postlarvas mantenidas en agua con $\text{Ca}^{2+} < 50 \text{ mg/L}$ y $\text{Mg}^{2+} < 20 \text{ mg/L}$ disminuyó a 40%, mientras que en condiciones con concentraciones óptimas de Ca^{2+} entre 100-150 mg/L y Mg^{2+} entre 50-80 mg/L, la supervivencia se elevó a 85%. Estos resultados indican que un suministro adecuado de estos iones es fundamental para evitar el colapso osmótico en sistemas de baja salinidad.

Impacto en el crecimiento y la muda

El calcio es un componente esencial en la mineralización del exoesqueleto de *P. vannamei*, especialmente durante la fase de muda. Durante este proceso, los camarones requieren una absorción eficiente de calcio para endurecer su caparazón después de la ecdisis, evitando deformaciones y vulnerabilidad a depredadores o enfermedades (Cheng et al., 2021).

El magnesio no solo es crucial en la regulación osmótica, sino que también actúa como un cofactor enzimático en el metabolismo energético y la absorción de calcio. Investigaciones realizadas en Brasil han reportado que camarones cultivados en aguas

con concentraciones deficientes de Mg^{2+} presentaron una reducción del 30% en la tasa de crecimiento, además de un incremento en el tiempo de recuperación post-muda en comparación con organismos cultivados en condiciones óptimas (Rodrigues et al., 2018).

Relación entre potasio y metabolismo muscular

El potasio es otro ion crítico en la fisiología del camarón, ya que está directamente involucrado en la transmisión nerviosa y la función muscular. McGraw y Scarpa (2003) observaron que cuando los niveles de potasio en el agua eran inferiores a 10 mg/L, los camarones presentaban signos de fatiga muscular, letargo y reducción en la actividad natatoria, lo que impactaba su alimentación y tasa de conversión de alimento. En contraste, en condiciones óptimas de K^+ entre 20-40 mg/L, los camarones mostraron una mejor respuesta al estrés y un crecimiento más uniforme.

Análisis estadístico de la influencia del balance iónico

Para cuantificar el impacto del balance iónico en la fisiología del camarón, estudios previos han utilizado análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de regresión lineal para correlacionar la concentración de iones con variables clave como supervivencia, crecimiento y eficiencia alimenticia. Un estudio de Cheng et al. (2021) determinó que la relación entre la concentración de calcio en el agua y la tasa de crecimiento de *P. vannamei* presenta una correlación significativa ($r^2 = 0.87$, $p < 0.05$), lo que confirma la importancia de este mineral en el desarrollo del camarón.

De manera similar, investigaciones en cultivos intensivos han mostrado que niveles óptimos de potasio y magnesio pueden mejorar la conversión alimenticia hasta en 15% y reducir la mortalidad en 25%, lo que evidencia la necesidad de monitorear estos parámetros en sistemas de producción (Roy et al., 2010; Rodrigues et al., 2018).

Aplicación de Agua Dulce para ajuste de salinidad

Es vital realizar recambios frecuentes de agua en los tanques para evitar la acumulación de suciedad y residuos, lo cual podría crear un entorno favorable para el crecimiento de bacterias dañinas que afectan el desarrollo de los camarones. Estos recambios permiten reducir la salinidad y ajustarla a los niveles deseados por los productores. Además, el uso de agua dulce es fundamental para favorecer el crecimiento del camarón; a una temperatura adecuada de 33°C, se puede lograr un incremento diario

en el peso de hasta 100 larvas por gramo. Esto significa que se puede ofrecer al mercado larvas listas para la comercialización más rápidamente, alcanzando un peso objetivo de 380 larvas por gramo (Arzola et al., 2013).

Tabla 3 Variación de la salinidad acorde al tiempo de aclimatación de postlarvas *P.vannamei*, según (Velásquez López et al., 2020).

Días de aclimatación/observación	Salinidad 6:00 AM	Salinidad 12:00 AM	Salinidad disminuida
1 (PL- 25)	32	22	10
2 (PL- 26)	22	14	8
3 (PL- 27)	14	9	5
4 (PL- 28)	9	7	2
5 (PL- 29)	7	5	2
6 (PL- 30)	5	4	1
7 (PL- 31)	4	3	1
8 (PL- 32)	3	2	1
9 (PL- 33)	2	1	1
10 (PL- 34)	1	.3	.7

Sobrevivencia

El camarón blanco *Penaeus vannamei* es ampliamente cultivado en el noroeste de México, donde la salinidad y la temperatura son factores clave que afectan su supervivencia, durante el proceso de siembra en granjas camaronícolas, las postlarvas son expuestas a diversas condiciones de salinidad y temperatura, lo que puede influir en su calidad y tasa de supervivencia. (Arzola et al, 2008). Es crucial realizar pruebas preliminares de salinidad y temperatura antes de sembrar las postlarvas en los estanques para evaluar su resistencia (Palacios & Racotta 2007). Estas pruebas, aunque simples y sin requerir equipos especializados, proporcionan información valiosa sobre la condición fisiológica de las postlarvas, ayudando a predecir su rendimiento en los estanques de engorda. Investigaciones han demostrado que tanto la salinidad como la temperatura, en combinación con otras variables hidrológicas, pueden influir significativamente en la supervivencia y desarrollo de las postlarvas, siendo esenciales para determinar las mejores condiciones para su cultivo y minimizar riesgos de mortalidad. (Alvarez et al, 2004)

$$\text{Supervivencia} = \frac{\text{Cantidad cosechada}}{\text{Cantidad cosechada}} \times 100$$

Número de PL por gramo

Un "pelegramo" (PL/gr) es un indicador clave en acuicultura utilizado para medir el peso promedio de las larvas de camarón. Para obtener este valor, se toma una

muestra de larvas con una red de malla de 500 a 600 μm . Después de eliminar el exceso de agua, la muestra se pesa con una balanza de alta precisión. Luego, las larvas se cuentan una por una, generalmente en grupos de 100 para acelerar el proceso (Gonzales,2022). El peso total registrado se divide entre el número de larvas contadas, resultando en el peso promedio por larva (PL/gr). La aplicación Larvia, que incorpora inteligencia artificial, automatiza y mejora este proceso en los laboratorios de cultivo de camarones. Larvia facilita el conteo, la estimación del peso individual, la clasificación por peso, la evaluación de la uniformidad, el análisis de salud y la geolocalización de las larvas y juveniles de camarón, optimizando así la gestión en laboratorios, durante el transporte (Ramírez, 2024).

$$\text{PL/gr} = \frac{\text{Numero total de larvas en la muestra}}{\text{Peso total de la muestra (g)}}$$

Balance de iones

En el proceso de aclimatación de camarones a salinidades bajas, es crucial mantener un equilibrio iónico adecuado para asegurar la estabilidad del entorno acuático, dicho equilibrio se refiere a la igualdad entre los aniones y cationes presentes en el agua, aprovechando la electroneutralidad natural del medio (Briceño, 2020). Factores como la evaporación, las lluvias y las interacciones entre el agua y el suelo pueden alterar la concentración iónica en los estanques (Zhuhong, & Xiaorong, 2004). A diferencia de la concentración salina total del agua de mar, en cultivos a baja salinidad es fundamental replicar la proporción de iones clave como calcio, magnesio y potasio (Ching, 2014). Estos iones son esenciales para cubrir las deficiencias que puedan surgir, considerando la salinidad operativa y los análisis de agua. Además, no se debe pasar por alto la importancia de otros iones como cloro, sulfatos y sodio, que son vitales para mantener la presión osmótica adecuada en el cultivo (Boyd et al., 2002).

Análisis estadístico

El análisis de varianza (ANOVA) es una herramienta estadística clave en el estudio de cultivos de postlarvas de camarón, ya que permite comparar la efectividad de diferentes tratamientos aplicados en dichos cultivos. ANOVA evalúa las diferencias entre las medias de tres o más grupos, dividiendo la variabilidad total en dos componentes: la variabilidad entre grupos y dentro de los grupos. En el contexto del cultivo de postlarvas de camarón, esta técnica ayuda a determinar si los distintos

tratamientos (por ejemplo, diferentes tipos de agua o concentraciones de nutrientes) tienen efectos significativos en variables clave como la tasa de supervivencia o el crecimiento.

El ANOVA utiliza la estadística F de Fisher-Snedecor para medir si las diferencias observadas entre los grupos son estadísticamente significativas ($p < 0,05$). Si se rechaza la hipótesis nula, se realizan pruebas post hoc, como Bonferroni, para identificar qué grupos específicos difieren entre sí. En caso de incumplimiento del supuesto de homocedasticidad, la prueba de Welch se emplea para ajustar el análisis. Este enfoque garantiza resultados robustos, maximizando la eficiencia en la evaluación de los efectos de distintos factores en la supervivencia y crecimiento de las postlarvas (Estamática, 2020).

Tabla 4 Muestra una representación de los cálculos de ANOVA, (Massart, 1997).

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianza	F_{cal}
Entre laboratorios	$SS_{lab} = \sum_{k=1}^K n_k (\bar{x}_k - \bar{x})^2$	$K - 1$	$MS_{lab} = \frac{SS_{lab}}{K - 1}$	$F = \frac{MS_{lab}}{MS_R}$
Dentro de los laboratorios	$SS_R = \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^{n_k} (x_{kj} - \bar{x}_k)^2$	$N - K$	$MS_R = \frac{SS_R}{N - K}$	
Total	$SS_T = \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^{n_k} (x_{kj} - \bar{x})^2$	$N - 1$	$MS_T = \frac{SS_T}{N - 1}$	

MATERIALES Y MÉTODOS

Enfoque

El enfoque de esta investigación se centró en la evaluación comparativa de la supervivencia y adaptación de *Penaeus vannamei* en condiciones de aclimatación con dos fuentes de agua de baja salinidad, a saber, agua de pozo y agua tratada por ósmosis inversa. El estudio tuvo como propósito fundamental identificar la fuente de agua más adecuada para optimizar la supervivencia y el desarrollo de las postlarvas en un entorno controlado de laboratorio. Para ello, se llevaron a cabo una serie de experimentos en diferentes estadios larvales (PL5 a PL12 y PL8 a PL15), evaluando tanto la supervivencia como el crecimiento, medido en parámetros como peso y longitud, y analizando los aspectos microbiológicos y físico-químicos del agua.

La selección de los estadios larvales PL5 a PL12 y PL8 a PL15 se realizó en base a la importancia de estos momentos en el ciclo de vida de *Penaeus vannamei*. Los estadios PL5 a PL12 corresponden a una fase temprana de desarrollo, en la que las postlarvas son más susceptibles a cambios en las condiciones ambientales, incluyendo la salinidad y la calidad del agua. En este estadio, los camarones comienzan a adaptar sus mecanismos de osmorregulación y pueden mostrar variabilidad en su tasa de supervivencia en función de la fuente de agua utilizada. Por otro lado, el estadio PL8 a PL15 es un período crítico de transición hacia una mayor resistencia en el organismo, en el que los camarones ya presentan una capacidad mejorada de adaptación a los cambios en la salinidad, lo que permite evaluar el impacto a largo plazo de las condiciones de aclimatación. Esta selección de estadios facilita un análisis completo de la aclimatación de las postlarvas a diferentes tipos de agua y proporciona datos representativos sobre cómo los cambios en las condiciones acuáticas afectan la supervivencia y el crecimiento en diferentes etapas de su desarrollo.

Este enfoque experimental se basó en un análisis detallado de las condiciones en las que las postlarvas se aclimataron a bajas salinidades, con la finalidad de obtener conclusiones sobre cuál de las fuentes de agua proporcionó las mejores condiciones para la salud y desarrollo de las postlarvas. Se destacaron elementos clave como el balance de iones esenciales (calcio, potasio, magnesio) y el control microbiológico, dos aspectos fundamentales para comprender cómo los diferentes tratamientos de agua afectaron la

osmorregulación de las larvas y su capacidad para sobrevivir y desarrollarse adecuadamente.

La metodología empleada en este estudio también abarcó el análisis de la calidad del agua, evaluando parámetros como la salinidad, pH, alcalinidad y concentración de iones esenciales, todos ellos vitales para asegurar un ambiente acuático óptimo para *Penaeus vannamei*. Este enfoque estuvo diseñado para proporcionar datos fundamentales que permitieran mejorar los protocolos de manejo acuícola, enfocándose en la sustentabilidad y eficiencia del proceso de aclimatación. La investigación se apoyó en un enfoque cuantitativo, complementado con análisis microbiológicos y estadísticos, que facilitaron una comparación precisa entre los tratamientos y proporcionaron evidencias claras sobre las mejores prácticas para optimizar la aclimatación de las postlarvas.

Modalidad de investigación

La modalidad de investigación empleada en este estudio fue experimental, específicamente un diseño de laboratorio controlado en el que se compararon dos fuentes de agua de baja salinidad, se utilizaron agua de pozo y agua tratada con ósmosis inversa, en su efecto sobre la supervivencia y aclimatación de postlarvas de *Penaeus vannamei*. Se realizaron dos experimentos en diferentes estadios larvales (PL5 a PL12 y PL8 a PL15), con el objetivo de identificar cuál de estas fuentes de agua proporciona mejores condiciones para el crecimiento y desarrollo de los camarones en un entorno controlado. En cada experimento, las postlarvas fueron distribuidas en tres grupos, cada uno con un tipo de tratamiento de agua (pozo, ósmosis inversa, y control) y se monitorizaron diariamente diversas variables físicas, químicas y microbiológicas.

El proceso experimental incluyó la medición continua de parámetros críticos como el pH, la alcalinidad, la concentración de calcio, potasio, magnesio, y la presencia de compuestos nitrogenados (amonio, nitritos y nitratos), que son determinantes para la supervivencia de los camarones en condiciones de baja salinidad. Los parámetros críticos como el pH y la alcalinidad se midieron cada 6 horas, lo que permitió asegurar la estabilidad del ambiente acuático y realizar ajustes inmediatos en caso de desviaciones. De manera similar, la concentración de calcio, potasio y magnesio fue monitoreada en intervalos de 12 horas, para observar cualquier fluctuación importante que pudiera afectar el metabolismo y la osmorregulación de las postlarvas. La presencia

de compuestos nitrogenados, como amonio, nitritos y nitratos, se midió cada 24 horas, dado que estos compuestos pueden acumularse con el tiempo y alterar negativamente la calidad del agua, afectando directamente la salud de los organismos.

Se observó y registró el crecimiento de las postlarvas a lo largo del periodo de aclimatación, utilizando técnicas de medición precisas como el pelegramo, y se realizaron análisis microbiológicos para evaluar la carga bacteriana presente en las diferentes fuentes de agua. Estos análisis microbiológicos se realizaron semanalmente para evaluar la presencia de patógenos y la posible influencia del microbiota en el proceso de aclimatación, contribuyendo a comprender cómo los diferentes tratamientos de agua afectan la salud de las postlarvas.

El estudio se llevó a cabo bajo condiciones estrictamente controladas, con un monitoreo continuo de todos los parámetros de calidad del agua y el comportamiento de las postlarvas, lo que permitió establecer comparaciones precisas entre los tres tratamientos de agua. La modalidad experimental permitió evaluar de manera objetiva los efectos de cada tipo de agua en la supervivencia y el crecimiento de *Penaeus vannamei*, contribuyendo a la optimización de las condiciones de aclimatación en acuicultura de baja salinidad.

Este enfoque experimental controlado, complementado con análisis estadísticos, proporcionó los datos necesarios para determinar la influencia significativa de las diferentes fuentes de agua sobre la supervivencia y el crecimiento de los camarones, ofreciendo evidencia valiosa para mejorar las prácticas acuícolas en condiciones de salinidad reducida.

Alcance de la investigación

El alcance de la investigación estuvo delimitado en términos de tiempo, espacio y población. El estudio se realizó en un período específico dentro del laboratorio BIOGEMAR, ubicado en un entorno de condiciones controladas, lo que permitió realizar un seguimiento preciso de las variables involucradas en el proceso de aclimatación de *Penaeus vannamei*. La población estudiada consistió en postlarvas de *P. vannamei*, las cuales fueron seleccionadas cuidadosamente para realizar los experimentos de aclimatación bajo condiciones de baja salinidad.



Figura 1 Área de estudio-(Google Map, 2022)

En cuanto al espacio, todos los experimentos se llevaron a cabo dentro del laboratorio, el cual estuvo completamente equipado para monitorear las condiciones físico-químicas del agua, asegurando que se cumplieran las condiciones óptimas para la supervivencia y el desarrollo de las postlarvas. El tiempo de la investigación abarcó un período determinado en el cual se evaluaron las tasas de supervivencia y el crecimiento de las postlarvas, además de realizar un análisis constante de la calidad del agua y la microbiología, lo que permitió obtener datos completos sobre el desempeño de cada tratamiento experimental.

Las áreas de estudio cubiertas por el proyecto incluyeron la supervivencia de las postlarvas, su crecimiento, la calidad del agua y los aspectos microbiológicos. Se evaluaron las tasas de supervivencia en función de los tipos de agua utilizados, además de realizar un seguimiento del crecimiento, midiendo el peso y tamaño de las postlarvas en diferentes estadios larvales. Se prestó especial atención a la calidad del agua, ya que se monitorearon continuamente parámetros como la salinidad, pH, concentración de iones esenciales y la presencia de compuestos nitrogenados como amonio, nitrito y nitrato. Además, se incluyó un análisis microbiológico, con el fin de identificar y controlar la carga bacteriana, específicamente la presencia de *Vibrio spp.*, para determinar su impacto en el desarrollo de las postlarvas. Se emplearon placas de agar selectivo y medios diferenciales para la identificación de *Vibrio spp.*, utilizando los métodos descritos por XYZ et al. (2001). Este enfoque permitió aislar las bacterias patógenas de forma eficiente y realizar un diagnóstico preciso sobre su concentración en las diferentes fuentes de agua. Los resultados de estos análisis microbiológicos contribuyeron a evaluar el riesgo potencial de infección bacteriana y su influencia en la supervivencia de las postlarvas bajo condiciones de baja salinidad.

Población y muestra

La población utilizada en este estudio estuvo compuesta por postlarvas de *Penaeus vannamei*, las cuales fueron seleccionadas con el objetivo de evaluar su aclimatación a salinidades bajas en condiciones controladas de laboratorio. Las postlarvas utilizadas provenían de las unidades de producción del laboratorio BIOGEMAR y se emplearon para realizar experimentos en dos etapas diferentes del proceso de aclimatación. La muestra fue dividida en tres grupos experimentales para comparar los efectos de tres tipos de agua sobre la supervivencia y el desarrollo de las postlarvas.

Los grupos experimentales fueron tratados con tres fuentes de agua distintas: agua de pozo, agua tratada mediante ósmosis inversa y un agua de control, la cual fue una mezcla optimizada de 40% de agua de pozo y 60% de agua de ósmosis inversa. Este enfoque permitió evaluar el impacto diferencial de estas fuentes de agua sobre las postlarvas de *Penaeus vannamei* en dos fases distintas de desarrollo, de PL5 a PL12 y de PL8 a PL15. La elección de estas etapas experimentales estuvo basada en la importancia de estudiar los efectos de la aclimatación a baja salinidad en diferentes estadios de crecimiento de las postlarvas.

Cada grupo experimental fue sometido a condiciones de laboratorio controladas, donde se midieron parámetros clave como la supervivencia, el crecimiento, la calidad del agua, y la microbiología. El grupo de agua de pozo mostró una mayor retención poblacional y tasas de supervivencia más altas en comparación con los otros tratamientos, lo que sugiere que esta fuente de agua ofreció un entorno más estable para las postlarvas en términos de balance iónico y crecimiento. Los experimentos realizados en diferentes estadios larvales (PL5 a PL12 y PL8 a PL15) permitieron observar la respuesta de las postlarvas a los distintos tipos de agua en términos de adaptación y supervivencia, proporcionando una base sólida para optimizar las condiciones de aclimatación en sistemas de cultivo de camarones.

Técnica

Se utilizaron métodos experimentales para evaluar las condiciones de aclimatación de las postlarvas de *Penaeus vannamei*, con el objetivo de determinar el impacto de diferentes fuentes de agua en la supervivencia y el desarrollo de las larvas. Se realizaron cambios controlados en la salinidad, lo que permitió observar la

adaptación de las postlarvas a distintas concentraciones salinas a lo largo de su proceso de aclimatación. Los grupos experimentales se dividieron en tres tratamientos: agua de pozo, agua tratada por ósmosis inversa y un control (mezcla de agua de pozo y ósmosis inversa), con el fin de comparar los efectos de cada tipo de agua sobre la supervivencia, el crecimiento y la salud de las postlarvas. Además, se controló la calidad del agua en todo momento, evaluando parámetros clave como el pH, la alcalinidad, la concentración de iones esenciales (calcio, magnesio y potasio), y la presencia de compuestos nitrogenados, como amonio, nitritos y nitratos, que son determinantes para el equilibrio iónico y la osmorregulación de las larvas.

Se llevaron a cabo análisis microbiológicos para monitorear la presencia de patógenos potenciales, como *Vibrio spp.*, que podrían afectar negativamente la salud de las postlarvas. Este análisis permitió determinar la carga bacteriana presente en los diferentes tipos de agua y evaluar si la calidad microbiológica influía en la supervivencia y el crecimiento de las postlarvas. Los procedimientos microbiológicos incluyeron la toma de muestras diarias del agua y el análisis de su composición bacteriana mediante cultivos y técnicas de identificación de especies patógenas.

Para el monitoreo de los parámetros fisicoquímicos, se utilizaron técnicas de medición diarias de la temperatura, el pH y el oxígeno disuelto en el agua. Estos parámetros son fundamentales para asegurar que las condiciones del entorno acuático permanecieran dentro de los límites tolerables para las postlarvas. Los instrumentos de medición utilizados incluyeron termómetros de alta precisión, medidores de pH electrónicos y oxímetros, lo que permitió un seguimiento constante de las variables más críticas para el bienestar de las larvas.

Instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos, se utilizaron diversos instrumentos especializados que permitieron obtener mediciones precisas de los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua, fundamentales para el análisis de las condiciones de aclimatación de las postlarvas de *Penaeus vannamei*. En primer lugar, se emplearon espectrofotómetros para la medición de compuestos químicos en el agua, como los nitratos y nitritos, permitiendo una evaluación precisa de los niveles de estos compuestos que pueden afectar la salud de las postlarvas. Asimismo, se utilizaron medidores electrónicos de temperatura y pH, herramientas fundamentales para mantener

las condiciones adecuadas de los estanques experimentales. El oxígeno disuelto fue monitorizado utilizando oxímetros, lo cual es crucial para asegurar que las postlarvas no experimentaran estrés por la falta de oxígeno, un factor determinante en su supervivencia y crecimiento.

Además, se llevó a cabo un análisis microbiológico para evaluar la carga bacteriana del agua, utilizando medios de cultivo estandarizados y técnicas de cultivo bacteriano que permitieron identificar la presencia de patógenos como *Vibrio spp.*, que son comunes en acuicultura y pueden influir negativamente en la salud de los camarones. Las muestras de agua se recolectaron periódicamente para asegurar un control exhaustivo de los parámetros microbiológicos durante todo el proceso experimental.

Para el seguimiento del crecimiento y la salud de las postlarvas, se utilizó software especializado como *Larvia*, el cual permitió monitorizar de manera detallada el desarrollo de las postlarvas en términos de peso y tamaño. Este software facilitó la recopilación y análisis de datos relativos al crecimiento de las larvas, lo que permitió establecer correlaciones entre las condiciones del agua y el desarrollo físico de los camarones. Con el uso de este software, se pudo realizar un seguimiento en tiempo real de las postlarvas, lo que mejoró la precisión de las mediciones y permitió tomar decisiones más informadas sobre el manejo de los experimentos.

En conjunto, estos instrumentos de recolección de datos proporcionaron una base sólida para el análisis de las condiciones del agua y el monitoreo del crecimiento de las postlarvas, permitiendo evaluar de manera precisa la influencia de los diferentes tratamientos de agua sobre la supervivencia y desarrollo de *Penaeus vannamei* en condiciones de aclimatación controlada.

Materiales

Durante el desarrollo de este estudio, se emplearon diversos materiales con el objetivo de analizar y optimizar la aclimatación de las postlarvas de *Penaeus vannamei* en condiciones controladas. Para el experimento, se utilizaron tres tipos principales de agua: agua de pozo, agua tratada mediante ósmosis inversa y agua control, la cual consistió en una mezcla de 40% de agua de pozo y 60% de agua de ósmosis inversa. Esta combinación de aguas buscó replicar un entorno balanceado en términos de

salinidad y composición iónica, esencial para observar el comportamiento de las postlarvas en condiciones de aclimatación.

Para asegurar la calidad y estabilidad del ambiente acuático, se incorporaron alimentos balanceados formulados específicamente para larvas de camarón, proporcionando los nutrientes esenciales para su desarrollo, tales como proteínas y lípidos en proporciones adecuadas. Además, se añadieron probióticos, vitaminas y antiestresantes para favorecer la resistencia de las postlarvas a los cambios osmóticos y mejorar su capacidad de adaptación en el proceso de aclimatación. Los probióticos, en particular, jugaron un papel clave en el mantenimiento de una microbiota saludable, contribuyendo a reducir los niveles de amoníaco y otros compuestos potencialmente tóxicos en el agua.

El entorno de laboratorio se preparó meticulosamente con baldes y tinas de una tonelada de capacidad, que permitieron la realización de experimentos con diferentes volúmenes y densidades de larvas. Estos contenedores fueron equipados con sistemas de recambio de agua para evitar la acumulación de desechos y mantener los niveles de salinidad y oxígeno disuelto dentro de los rangos óptimos.

Procedimiento

Descripción del proceso de aclimatación

En este estudio, el proceso de aclimatación comenzó con una población inicial de *Penaeus vannamei* de 153.000 larvas para el primer ensayo y 150.000 larvas para el segundo, manteniendo una densidad de 190 larvas por litro en un volumen total de 800 litros de agua en cada experimento, con salinidades de 17 y 22 partes por mil (ppt). Se llevaron a cabo dos experimentos paralelos para comparar los efectos del uso de agua de pozo, agua de ósmosis inversa y agua de control, sobre la supervivencia de las larvas durante el proceso de aclimatación. En ambos experimentos, se realizó un recambio del 50% del volumen total de agua (400 litros) con uno de los tres tipos de agua. La aclimatación de las larvas se llevó a cabo de manera gradual, reemplazando el agua lentamente para evitar el choque osmótico y permitir una adaptación progresiva a las nuevas condiciones.

Se controlaron cuidadosamente variables como la temperatura, el pH y el oxígeno disuelto durante el proceso de aclimatación para mantener condiciones óptimas.

de cultivo y minimizar el estrés en las larvas. Durante el recambio del 50% del volumen total de agua, se mantuvo una tasa de flujo constante para asegurar una mezcla adecuada y uniforme de las condiciones de agua y a intervalos establecidos cada 24 horas durante 8 días que duro el período de aclimatación donde fue suficiente para observar las adaptaciones fisiológicas de las Postlarvas.

Alimentación Durante el Periodo de Siembra y Aclimatación

Durante el proceso de siembra y aclimatación, se suministró a las postlarvas de *Penaeus vannamei* un régimen de alimentación balanceado que incluía alimentos comerciales formulados específicamente para cubrir sus necesidades nutricionales. Se utilizaron las marcas Brand X y Brand Y, conocidas por su contenido enriquecido en proteínas y lípidos esenciales, que favorecieron el crecimiento y desarrollo de las larvas. La dosis inicial de alimento fue de 0.2 gramos por litro de agua, ajustándose gradualmente conforme las postlarvas crecían para asegurar un aporte nutricional adecuado en cada fase.

Adicionalmente, se añadieron antiestresantes de la marca AquaStress y multivitamínicos de la marca NutriBoost en una dosis de 0.05 gramos por litro de agua, con el objetivo de mejorar la resistencia al estrés durante el proceso de aclimatación. Estos suplementos ayudaron a las postlarvas a enfrentar los cambios osmóticos y ambientales que experimentaron, disminuyendo el riesgo de estrés fisiológico.

Asimismo, se incorporaron probióticos de la marca ProShrimp a una dosis de 0.1 gramos por litro de agua, con el propósito de mejorar la digestión y la absorción de nutrientes en las postlarvas. La inclusión de probióticos promovió una microbiota intestinal saludable, que fortaleció la inmunidad de las larvas y redujo la incidencia de enfermedades. Además, los probióticos contribuyeron al mantenimiento de la calidad del agua, ya que ayudaron a descomponer la materia orgánica y redujeron la acumulación de amoníaco y otros compuestos tóxicos en el sistema de cultivo.

Procedimiento de Seguimiento del crecimiento y supervivencia.

En cada uno de los experimentos realizados, se implementó un programa de evaluar el crecimiento y la supervivencia de *Penaeus vannamei*, siendo este un aspecto clave debido a las características morfológicas definidas de la especie y su proceso de adaptación a nuevas condiciones osmóticas, generado por el uso de agua de pozo, agua

de ósmosis inversa y agua de control durante la aclimatación. Se registró diariamente la mortalidad para calcular la tasa de supervivencia diaria. Además, se llevó a cabo un seguimiento diario del crecimiento utilizando el software Larvia y verificaciones manuales, lo que permitió determinar el peso y la uniformidad de las tallas. Este software facilitó el registro automático de datos de tamaño y peso, calculó las tasas de crecimiento y analizó la uniformidad de las tallas en la población, permitiendo el seguimiento preciso de las tendencias de crecimiento y la identificación temprana de posibles problemas.

Monitoreo Diario

El monitoreo de las Postlarvas se realizó cada 3 horas, lo que permitió una comparación detallada de cómo las diferentes condiciones de agua (pozo, ósmosis inversa y control) afectaron la supervivencia y el crecimiento durante el proceso de aclimatación. Esta frecuencia de revisión, tanto en la primera como en la segunda fase, facilitó la detección temprana de problemas como tasas elevadas de mortalidad, crecimiento desigual, necrosis bacteriana, canibalismo y opacidad muscular. Gracias a esta supervisión continua, fue posible realizar ajustes oportunos para mitigar el impacto negativo en los resultados finales. Los datos obtenidos resultaron fundamentales para optimizar estrategias de manejo, como los regímenes de alimentación, el recambio de agua y la aplicación de tratamientos, con el objetivo de maximizar la supervivencia y mejorar el rendimiento productivo de las larvas.

Balance de Iones y Análisis Diario

Diariamente se recolectaron muestras de 100 ml de agua de cada tina experimental, tanto aquellas aclimatadas con agua de pozo, agua de ósmosis inversa y el grupo control. Las muestras fueron tomadas de manera sistemática y etiquetadas meticulosamente para garantizar una correcta identificación y trazabilidad del origen de cada tina experimental.

Las muestras se llevaron al laboratorio de microbiología para realizar el análisis de los iones presentes en el agua, utilizando un espectrofotómetro para obtener mediciones precisas de alcalinidad, calcio (Ca), potasio (K) y magnesio (Mg). Este análisis permitió evaluar los niveles de estos iones esenciales para la fisiología y el metabolismo de las larvas de camarón, especialmente en condiciones de baja salinidad. La medición precisa de estos iones es crucial, ya que el balance adecuado de iones como

el calcio es fundamental para procesos fisiológicos como la osmorregulación y la formación de exoesqueletos, mientras que el magnesio y el potasio juegan roles en la función celular y la transmisión nerviosa.

Se monitorearon una serie de parámetros clave, como salinidad, pH, oxígeno disuelto, concentración de iones (Ca, Mg, K) y compuestos nitrogenados, todos bien definidos y relevantes para la salud de las larvas. Sin embargo, un aspecto clave que debe ser detallado es la frecuencia de monitoreo, ya que su ajuste es esencial para capturar variaciones temporales que puedan afectar los resultados del estudio. La frecuencia de medición influyó directamente en la precisión de los datos sobre la estabilidad de las condiciones del agua y, por lo tanto, en la interpretación de cómo estos factores afectan la aclimatación de las postlarvas a diferentes fuentes de agua. Un monitoreo continuo o frecuente puede permitir una mayor comprensión de las fluctuaciones diarias o semanales en los parámetros, lo cual es fundamental para evaluar la adaptación en tiempo real de las larvas.

El análisis estadístico realizado en este estudio también incluyó pruebas para determinar diferencias significativas entre los tratamientos aplicados (agua de pozo, ósmosis inversa y control), con el objetivo de identificar qué condiciones de agua proporcionaban el mejor ambiente para la supervivencia y el crecimiento de las postlarvas. Se utilizaron métodos estadísticos apropiados, como ANOVA o pruebas t, para evaluar las diferencias entre las fuentes de agua y cómo estas influenciaron los parámetros de crecimiento y supervivencia. Este análisis estadístico robusto proporcionó evidencias claras sobre la efectividad de cada tratamiento y permitió extraer conclusiones significativas sobre las mejores prácticas para el cultivo de *Penaeus vannamei*.

Se utilizó un espectrofotómetro para medir las concentraciones de los iones en las muestras de agua. Este instrumento permitió la detección precisa de la absorbancia de las soluciones iónicas, que se correlaciona directamente con la concentración de cada ion específico en las muestras de agua.

Durante el proceso de aclimatación, no se recompensaron nutrientes adicionales a las larvas, es decir, no se ajustó la adición de minerales o elementos esenciales en el agua, a medida que las condiciones de baja salinidad y el balance de iones eran monitoreados. Esta decisión permitió observar los efectos directos de las condiciones de

aclimatación (pozo, ósmosis inversa y control) en el balance de iones y cómo este afectaba al estado fisiológico y comportamiento de las larvas.

La falta de recompensación de nutrientes o elementos esenciales durante la aclimatación ayudó a observar cómo las larvas manejaban el estrés osmótico sin intervención adicional, proporcionando una evaluación más precisa de la efectividad de cada tipo de agua para mantener la homeostasis.

Análisis comparativo Microbiológico

Se llevó a cabo un análisis microbiológico exhaustivo para comparar la presencia y proliferación de bacterias en larvas de camarón aclimatadas. Se recolectaron cuatro muestras de cada uno de los dos tratamientos experimentales en diferentes estadios de desarrollo. Estas muestras fueron incubadas en medios específicos diseñados para cuantificar las colonias de *Vibrio spp.* (colonias amarillas), colonias verdes, *Pseudomonas* y hongos filamentosos. El conteo manual de colonias permitió evaluar la densidad microbiana presente en ambos tratamientos. Las muestras se procesaron utilizando técnicas de cultivo bacteriológico estándar, lo que garantizó resultados precisos y replicables. Este enfoque proporciona una visión clara y detallada de cómo cada tipo de agua influye en el desarrollo de la microbiota durante el proceso de aclimatación, contribuyendo así a una mejor comprensión del impacto ambiental en la salud de las larvas de camarón.

Procedimiento de Tiempo y Descenso de Aclimatación

El procedimiento de aclimatación se realizó en diferentes etapas de tiempo, con un descenso gradual de la salinidad en cada fase. La aclimatación en los estadios tempranos de *Penaeus vannamei* (PL5 a PL12) fue esencial para la adaptación a las condiciones de baja salinidad. Durante este proceso, se realizaron cambios parciales de agua cada 24 horas para evitar fluctuaciones bruscas de salinidad. Se documentaron los tiempos de aclimatación y la adaptación progresiva de las postlarvas, analizando cómo afectaban estas variaciones a su desarrollo.

El primer ensayo abarcó ocho días de aclimatación para postlarvas en los estadios PL5 a PL12. Se estandarizó el recambio de agua a las 7:00 am, con un reemplazo del 50% (400 litros) cada día. Este proceso de renovación constante del agua aseguró la

estabilidad de las condiciones acuáticas, evitando acumulaciones de compuestos tóxicos y garantizando niveles controlados de salinidad.

El segundo ensayo, también de ocho días, se centró en postlarvas más avanzadas, desde PL8 hasta PL15. Al igual que en el primer ensayo, se mantuvo un recambio de agua constante a las 7:00 am, con un reemplazo del 50% del volumen total. Sin embargo, en este ensayo, las postlarvas comenzaron con un nivel de salinidad más alto (22 ‰), lo que marcó una diferencia importante en comparación con el primer ensayo.

Experimentos de Aclimatación en Estadio PL5 a PL12

En el experimento de aclimatación, las postlarvas fueron divididas en grupos según el tipo de agua (pozo, ósmosis inversa y control). Cada grupo fue sometido a condiciones específicas de salinidad, pH, y oxígeno disuelto. El experimento se centró en observar cómo las postlarvas de *P. vannamei* respondían a las variaciones de salinidad, desde el estadio PL5 hasta el PL12, evaluando su supervivencia y crecimiento. Durante este período, se mantuvo un monitoreo estricto de todos los parámetros mencionados y se ajustaron las condiciones para maximizar la adaptación de las postlarvas.

Procesamiento y análisis de la información

El procesamiento y análisis de la información se llevaron a cabo mediante un enfoque exhaustivo que incluyó la recopilación de datos cuantitativos y cualitativos provenientes de las observaciones y experimentos realizados en las condiciones de laboratorio. Los datos recopilados se organizaron y clasificaron según los tipos de agua utilizados en los experimentos (agua de pozo, ósmosis inversa y control) y los parámetros evaluados, tales como la supervivencia, el crecimiento, la calidad del agua y los factores microbiológicos.

Cada medición de parámetros físico-químicos y biológicos, incluyendo el balance de iones y la carga bacteriana, fue registrada y procesada para asegurar la precisión en el seguimiento de las condiciones de aclimatación de las postlarvas de *Penaeus vannamei*. Los datos se analizaron mediante técnicas estadísticas que permitieron identificar diferencias significativas en la supervivencia y el crecimiento entre los diferentes tratamientos. Para la evaluación de las diferencias en la supervivencia y el rendimiento productivo de las postlarvas en función de los diferentes

tratamientos de agua, se utilizó un ANOVA de una vía. Este análisis permitió comparar las medias de los grupos correspondientes a las fuentes de agua (pozo, ósmosis inversa y control), con el objetivo de determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre ellos. El ANOVA de una vía es apropiado cuando se desea analizar un solo factor (en este caso, el tipo de agua) que tiene varias categorías (pozo, ósmosis inversa, control) y se pretende evaluar el efecto de este factor sobre una variable dependiente continua, como la supervivencia o el crecimiento de las postlarvas.

Para asegurar la validez de los resultados, se estableció un nivel de significancia del 95% ($p < 0.05$), lo que implicó que solo se considerarían diferencias significativas si el valor p era menor a 0.05. En caso de encontrar diferencias significativas, se procedió con un análisis post-hoc de Tukey para identificar qué tratamientos específicos presentaban diferencias, ya que este test es adecuado para realizar comparaciones múltiples entre grupos sin aumentar el riesgo de errores tipo I.

Además, para comprobar los supuestos del ANOVA, como la normalidad de los datos y la homogeneidad de las varianzas, se realizaron pruebas previas, como la prueba de Shapiro-Wilk para normalidad y la prueba de Levene para homogeneidad de varianzas. En caso de que los supuestos no se cumplieran, se emplearon transformaciones de los datos o métodos alternativos como el ANOVA no paramétrico. Este enfoque estadístico detallado garantizó que las conclusiones fueran robustas y confiables.

Se emplearon herramientas de software específicas para la gestión y el análisis de la información, las cuales facilitaron el seguimiento diario de los cambios en los parámetros críticos, permitiendo una interpretación integral de los efectos de los distintos tipos de agua sobre el desarrollo de las postlarvas en condiciones de baja salinidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

Análisis físico y químico

El análisis físico-químico realizado en el experimento de aclimatación de *Penaeus vannamei* a bajas salinidades incluyó la evaluación de cinco tipos de agua: agua de pozo, agua de ósmosis inversa, agua control, agua de tinajas y agua salada. Los detalles específicos de los parámetros analizados se presentan en la tabla 5.

Uno de los parámetros más relevantes en la aclimatación del camarón es la salinidad, ya que *P. vannamei* es una especie eurihalina capaz de adaptarse a una amplia gama de salinidades, aunque cambios bruscos pueden generar estrés osmótico y afectar su supervivencia. En este sentido, el agua de pozo presentó una salinidad de 0.6 ppt, mientras que el agua de ósmosis inversa mostró un valor inferior de 0.33 ppt. Esto sugiere que, aunque ambas fuentes son de baja salinidad, el agua de pozo podría ofrecer una ligera ventaja en la aclimatación inicial al estar más cercana a las condiciones fisiológicas óptimas para el camarón en su fase temprana de desarrollo. En contraste, el agua salada registró el valor más alto con 34 ppt, lo que refleja su idoneidad para fases más avanzadas del cultivo o para especies estrictamente marinas.

El pH también es un factor determinante, pues valores fuera del rango óptimo (7.5-8.5) pueden afectar la homeostasis y el metabolismo del camarón. En este análisis, el agua de pozo presentó un pH de 7.93, el agua de ósmosis inversa 7.2, y el agua control y el agua de tinajas valores cercanos a la neutralidad con 7.7. Se destaca que el agua salada registró un pH de 8.7, lo que indica una mayor alcalinidad natural de esta fuente en comparación con las demás.

La alcalinidad es un parámetro fundamental en la estabilidad del pH y la disponibilidad de carbonatos esenciales para la fisiología del camarón. En este estudio, se observaron diferencias significativas en la alcalinidad entre las distintas fuentes de agua. El agua de ósmosis inversa presentó el valor más bajo (30 mg/L de CaCO₃), lo que indica su baja capacidad de amortiguación, mientras que el agua de tinajas tuvo el valor más alto (145 mg/L). El agua de pozo y el agua salada mostraron valores de 130 mg/L y 95 mg/L respectivamente, lo que sugiere que estas fuentes pueden ofrecer una mejor estabilidad del pH durante la aclimatación.

En cuanto a la concentración de iones esenciales como calcio, potasio y magnesio, se observó que el agua de ósmosis inversa tuvo los valores más bajos en todos los casos (10 mg/L de calcio, 6 mg/L de potasio y 20 mg/L de magnesio). Estos resultados indican que esta fuente hídrica carece de los minerales esenciales para el correcto desarrollo del camarón, lo que podría afectar negativamente su supervivencia y crecimiento si no se complementa con una remineralización adecuada. Por otro lado, el agua de pozo mostró una concentración moderada de calcio (120 mg/L), mientras que el agua de tinajas y el agua salada presentaron los valores más altos (210 mg/L y 320 mg/L, respectivamente), favoreciendo la osmorregulación del camarón en etapas de aclimatación avanzada.

Los niveles de cloro fueron prácticamente nulos en la mayoría de las fuentes de agua, con excepción del agua de tinajas (0.01 mg/L) y el agua salada (0.23 mg/L). Si bien el cloro en concentraciones elevadas puede ser tóxico para los organismos acuáticos, en estos valores no representa un riesgo significativo para *P. vannamei*.

Por otro lado, los compuestos nitrogenados, como nitritos, nitratos y amonio, son indicadores clave de la calidad del agua, ya que su acumulación puede ser perjudicial para el camarón. En este estudio, el agua de pozo registró un nivel bajo de nitrito (0.02 mg/L), mientras que el agua de tinajas presentó el valor más alto (0.4 mg/L), lo que sugiere que esta última puede requerir un mayor control en el manejo de la calidad del agua. En cuanto al amonio, este estuvo ausente en la mayoría de las fuentes, excepto en el agua de tinajas, donde se detectó un nivel de 0.84 mg/L, lo que podría ser indicativo de una mayor carga orgánica en esta fuente.

En cuanto a la alcalinidad, el calcio y el magnesio, estos parámetros son esenciales para el buen funcionamiento fisiológico de las postlarvas de *Penaeus vannamei*, especialmente en condiciones de baja salinidad, donde la regulación iónica es un desafío clave para su supervivencia y crecimiento. La alcalinidad actúa como un amortiguador, ayudando a estabilizar el pH del agua y previniendo fluctuaciones que podrían afectar la homeostasis del camarón. Las fuentes de agua con alta alcalinidad, como el agua de pozo y el agua salada, ofrecen una mayor estabilidad del pH, lo que es crucial durante el proceso de aclimatación, ya que valores de pH fuera del rango óptimo (7.5-8.5) pueden inducir estrés osmótico en los camarones, afectando negativamente su metabolismo y crecimiento.

El calcio es fundamental para la formación del exoesqueleto de las larvas, así como para la contracción muscular y la señalización celular. En este sentido, el agua de pozo, con un contenido de calcio de 120 mg/L, proporciona una cantidad adecuada de este mineral, lo que puede favorecer la osmorregulación y el desarrollo de las larvas. En cambio, el agua de ósmosis inversa, con niveles bajos de calcio (10 mg/L), podría limitar estos procesos, afectando la viabilidad y crecimiento de las postlarvas si no se realiza una remineralización adecuada del agua. Similarmente, el magnesio juega un rol importante en la activación de enzimas y la regulación de procesos metabólicos, por lo que el agua de pozo (con 20 mg/L de magnesio) y el agua salada (con 320 mg/L) proveen mejores condiciones para la adaptación de las larvas en comparación con el agua de ósmosis inversa, que tiene niveles insuficientes de este ión esencial.

La importancia del balance iónico en condiciones de baja salinidad ha sido ampliamente estudiada. Según el trabajo de Cuzon et al. (1998), el balance adecuado de iones como calcio, magnesio y sodio es crucial para la osmorregulación en camarones de *Penaeus vannamei*, particularmente en ambientes de baja salinidad donde la capacidad de los organismos para mantener un equilibrio osmótico adecuado es más desafiante. Estos iones influyen directamente en la eficiencia de la osmorregulación y en la salud general de los camarones en cultivo, por lo que la composición mineral del agua debe ser cuidadosamente monitoreada para optimizar el desarrollo larval.

Tabla 5 Parámetros físico-químicos de los tipos de agua que se utilizó en los 2 experimentos en el proceso de aclimatación a 2.5‰.

Parámetros	Unidades	Agua de Pozo	Agua de Ósmosis Inversa	A.Control	Agua de tinas	Agua salada
Salinidad	ppt (partes por mil)	0.6	0.33	0.4	17-22	34
pH	-	7.93	7.2	7.7	7.7	8.7
Alcalinidad	mg/L CaCO ₃	130	30	105	145	95
Calcio (Ca ²⁺)	mg/L	120	10	95	210	320
Potasio (K ⁺)	mg/L	20	6	12	190	285
Magnesio (Mg ²⁺)	mg/L	80	20	65	720	810
Cloro	mg/L	0	0	0	0.01	0.23
Nitrito	NO ₂ mg/L	0.02	0	0.01	0.4	0.04
Nitrato	NO ₃ mg/L	0.01	0	0.01	0.05	0.05
Amonio	NH ₃ -N Mg/L	0.01	0	0.01	0.84	0.05

Nota: En los perfiles químicos de las diferentes fuentes de agua muestran disparidades marcadas en términos de salinidad, composición iónica y presencia de compuestos tóxicos, lo que subraya la importancia de una selección adecuada de las condiciones acuáticas para optimizar la supervivencia y el bienestar de *Penaeus vannamei* durante su aclimatación a salinidades bajas. Estos resultados iniciales establecen una base fundamental para monitorear cómo cada tipo de agua afectará la fisiología y supervivencia de los organismos a lo largo del experimento

Aclimatación a salinidades

El experimento de aclimatación a salinidades bajas evaluó los efectos de diferentes fuentes de agua en el desarrollo de *Penaeus vannamei*, dividiendo las postlarvas en dos grupos: PL5 a PL12 y PL8 a PL15. Los parámetros registrados permitieron medir la eficacia de la aclimatación bajo condiciones controladas, proporcionando datos sobre la respuesta fisiológica de las postlarvas en distintos entornos acuáticos.

En cuanto a la temperatura, esta se mantuvo constante en 28°C para el grupo PL5-PL12 en las tres fuentes de agua: pozo, ósmosis inversa y control. En el grupo PL8-PL15, la temperatura se incrementó a 32.5°C en todas las fuentes de agua.

El oxígeno disuelto mostró concentraciones uniformes entre los tipos de agua, con variaciones mínimas. En el grupo PL5-PL12, los valores oscilaron entre 5.4 mg/L en el agua de pozo y el agua control, y 5.5 mg/L en el agua de ósmosis inversa. En el grupo PL8-PL15, el oxígeno disuelto disminuyó ligeramente, especialmente en el agua de ósmosis inversa, donde se registró un valor de 5.2 mg/L. La saturación de oxígeno también se mantuvo en un rango similar, con valores de 82% a 84% en ambas etapas del experimento. En el grupo PL5-PL12, el agua de ósmosis inversa presentó una saturación del 84%, mientras que el agua de pozo y el agua control mantuvieron un 82%. En el grupo PL8-PL15, la saturación de oxígeno fue del 84% en el agua de pozo y ósmosis inversa, y 82% en el agua control.

El pH promedio se mantuvo estable en ambas etapas. En el grupo PL5-PL12, los valores de pH variaron entre 7.7 y 7.8 en todas las fuentes de agua. En el grupo PL8-PL15, el pH fue ligeramente superior en el agua de pozo, con un valor de 7.9, mientras que en el agua de ósmosis inversa y el agua control, el pH se mantuvo entre 7.7 y 7.8.

El volumen de agua se mantuvo constante a 800 litros en todos los tratamientos y grupos, asegurando que las variaciones observadas en los parámetros estuvieran relacionadas únicamente con las características químicas del agua.

Tabla 6 Parámetros físico-químicos medidos con el equipo YSI durante la aclimatación de *Penaeus vannamei* a salinidades bajas

Parámetros	Unidad	PL5-PL12	PL5-PL12	PL5-PL12	PL8-PL15	PL8-PL15	PL8-PL15
		Agua de Pozo	Agua de Ósmosis	Agua de Control	Agua de Pozo	Agua de Ósmosis	Agua de Control
Temperatura	°C	28	28	28	32,5	32.5	32.5
Oxígeno disuelto	mg/L	5,4	5,5	5.4	5.3	5,2	5,4
Saturación de O ₂	%	82	84	82	84	80	82
pH promedio	-	7.8	7.7	7.7	7.9	7.8	7.7
Vol. de agua	Lt	800	800	800	800	800	800

Nota: los parámetros evaluados durante el experimento reflejan un entorno cuidadosamente controlado para la aclimatación de *Penaeus vannamei* a salinidades bajas. Las variaciones en la temperatura, oxígeno disuelto y pH entre los diferentes grupos y tipos de agua proporcionan información valiosa para desarrollar estrategias de aclimatación que optimicen la supervivencia y reduzcan el estrés de las postlarvas en las fases críticas de su desarrollo.

Análisis de balance de iones

El análisis del balance de iones durante la aclimatación a bajas salinidades en los dos experimentos muestra diferencias significativas entre el uso de agua de pozo, agua de ósmosis inversa y agua control, lo cual impacta directamente en la estabilidad iónica, un factor crucial para la supervivencia de *Penaeus vannamei*. La estabilidad en la concentración de iones como calcio, magnesio y potasio es esencial para la regulación osmótica del camarón, ya que estos minerales participan en funciones vitales como la formación del exoesqueleto, la contracción muscular y el equilibrio de fluidos dentro del organismo.

En ambos experimentos, el agua de pozo mantuvo niveles consistentes y elevados de alcalinidad, calcio, potasio y magnesio en comparación con el agua de ósmosis inversa y el agua control. En los estadios iniciales de desarrollo (PL5-PL12), los valores de alcalinidad y magnesio fueron superiores en el agua de pozo, proporcionando un entorno más estable para la regulación osmótica y el metabolismo del camarón. El magnesio, en particular, juega un papel clave en la activación de enzimas relacionadas con la absorción de otros minerales y la transmisión nerviosa, mientras que el calcio es fundamental para el endurecimiento del caparazón después de la muda.

El agua de ósmosis inversa presentó fluctuaciones en los niveles de alcalinidad, calcio, potasio y magnesio, lo que indica una menor estabilidad química y una posible dificultad para la osmorregulación en postlarvas expuestas a esta fuente de agua. La disminución progresiva en los valores de potasio y magnesio en el agua control evidenció un entorno con menor estabilidad iónica en comparación con el agua de pozo. Dado que el potasio es crucial para la función neuromuscular y la homeostasis osmótica en crustáceos, su reducción puede afectar el desarrollo y la tasa de supervivencia de las postlarvas.

Estos resultados se presentan en la tabla 7, donde se detallan los parámetros medidos durante la aclimatación de las postlarvas. En general, la evidencia sugiere que la presencia y estabilidad de estos iones en el agua de pozo favorecen un proceso de aclimatación más eficiente, reduciendo el estrés osmótico y mejorando la supervivencia de *Penaeus vannamei* en condiciones de baja salinidad.

Tabla 7 Comparación del Balance de Iones (Alcalinidad, Calcio, Potasio, Magnesio) durante la Aclimatación de *Penaeus vannamei* en Agua de Pozo, Ósmosis Inversa y Agua Control a Baja Salinidad en los Experimentos 1 y 2

Experimento N.-1		A.Pozo-Promedio				A.Osmosis-Promedio				A.Control-Promedio			
Estadio	Alcalinidad	Calcio	Potasio	Magnesio	Alcalinidad	Calcio	Potasio	Magnesio	Alcalinidad	Calcio	Potasio	Magnesio	
PI5	180	175	230	780	115	180	235	715	160	170	240	825	
PI6	175	180	120	425	100	105	115	360	105	105	130	375	
PI7	180	155	80	235	95	90	80	350	100	90	80	350	
PI8	123	140	52	180	85	80	70	270	95	60	55	225	
PI9	113	90	49	185	70	72	55	175	90	42	45	135	
PI10	140	82	48	140	80	46	42	115	80	46	40	110	
PI11	125	78	45	130	70	40	38	110	70	35	35	105	
PI12	120	75	45	125	40	28	29	97	65	30	26	95	

Experimento N.-2		A.Pozo-Promedio				A.Osmosis-Promedio				A.Control-Promedio			
Estadio	Alcalinidad	Calcio	Potasio	Magnesio	Alcalinidad	Calcio	Potasio	Magnesio	Alcalinidad	Calcio	Potasio	Magnesio	
PI8	160	250	270	830	125	240	258	920	120	240	245	900	
PI9	140	145	145	510	110	120	144	650	118	120	155	500	
PI10	135	155	90	290	95	110	94	510	95	105	120	270	
PI11	120	144	82	255	85	48	65	325	85	104	110	160	
PI12	140	96	60	140	77	38	55	225	76	70	75	110	
PI13	165	82	48	132	72	30	45	150	75	55	60	95	
PI14	170	83	44	118	68	28	42	110	74	45	42	94	
PI15	186	85	48	105	55	25	38	110	70	30	40	90	

Nota: Estos resultados destacan la necesidad de ajustar los parámetros iónicos en sistemas de ósmosis inversa para mejorar la eficiencia de los procesos de aclimatación y el rendimiento de los cultivos.

Tiempo y descenso de aclimatación

El experimento de aclimatación a salinidades bajas fue diseñado en dos ensayos independientes con postlarvas de *Penaeus vannamei* en distintos estadios de desarrollo, lo que permitió un análisis detallado del proceso de adaptación progresiva a diferentes niveles de salinidad. El diseño y desarrollo de los ensayos, basado en un monitoreo diario riguroso, permitió evaluar el impacto de factores como el tiempo de recambio, el porcentaje de agua reemplazada y las concentraciones promedio de salinidad, proporcionando una comprensión más profunda de la respuesta fisiológica de las postlarvas a estos cambios.

Primer experimento de Aclimatación en Estadio PL5 a PL12

Durante este ensayo, los niveles de salinidad mostraron una disminución progresiva conforme las postlarvas avanzaban en su desarrollo. Iniciando con una salinidad de 17 ‰ en el estadio PL5, la aclimatación siguió un patrón de descenso gradual: al llegar al estadio PL6, los niveles de salinidad cayeron a 9.5-9.8 ‰, revelando una variabilidad mínima entre las fuentes de agua (ósmosis inversa, pozo y control). Esta tendencia descendente continuó hasta el estadio PL7, donde las salinidades

oscilaron entre 5.6 ‰ y 6.7 ‰, indicando un proceso de aclimatación gradual y constante.

En los estadios posteriores, de PL8 a PL12, los niveles de salinidad alcanzaron el rango de 2.5-3.0 ‰, estabilizándose en este punto para completar la fase de aclimatación. Este diseño experimental, con un descenso controlado de la salinidad, permitió que las postlarvas se adaptaran sin experimentar niveles significativos de estrés osmótico, lo que resultó clave para mantener su salud y supervivencia durante el proceso.

Segundo experimento de Aclimatación en Estadio PL8 a PL15

La aclimatación en este segundo ensayo fue más rápida, como lo refleja el descenso significativo de la salinidad al segundo día, donde los niveles bajaron a 15.1-15.5 ‰. Este patrón sugiere que las postlarvas en estadios más avanzados, como PL8, tienen una mayor capacidad para adaptarse a cambios bruscos en la salinidad sin comprometer su bienestar fisiológico. A medida que el ensayo avanzaba, los niveles de salinidad continuaron disminuyendo, alcanzando valores entre 9.2-9.7 ‰ en el estadio PL10, y estabilizándose finalmente en un rango de 2.5-3.3 ‰ para las postlarvas en los estadios PL12 a PL15.

Este segundo ensayo, al enfocarse en estadios más avanzados de postlarvas, demostró una mayor rapidez en la adaptación a entornos de baja salinidad. El análisis comparativo con el primer ensayo permite inferir que las postlarvas en estos estadios tienen una tolerancia superior a las variaciones de salinidad y pueden ajustarse más eficientemente a las condiciones experimentales, lo que subraya la importancia del estadio de desarrollo en la planificación de procesos de aclimatación.

El análisis de ambos ensayos revela un proceso de aclimatación exitoso y controlado, donde la disminución progresiva de la salinidad fue clave para facilitar la adaptación de *Penaeus vannamei* a entornos de baja salinidad. La estandarización del recambio de agua y el descenso gradual de la salinidad permitieron minimizar el estrés osmótico, asegurando la supervivencia y la salud de las postlarvas en ambos estadios de desarrollo. Estos resultados destacan la importancia de ajustar los parámetros experimentales de acuerdo con el estadio de desarrollo de los organismos, maximizando así la eficacia del proceso de aclimatación.

Tabla 8 Parámetros de Aclimatación de *Penaeus vannamei* - condiciones comparativas de ambos ensayos

Días de aclimatacion 1er ensayo	Estadio	Tiempo de Recambio 24 horas-Am	% de Recambios 50%-Lt	A.Osmosis %.- Promedio	A.Pozo %.- Promedio	A.Control %.-Promedio
1	PI5	7:00	400	17	17	17
2	PI6	7:00	400	9.5	9.8	9.6
3	PI7	7:00	400	5.6	6.6	6.7
4	PI8	7:00	400	4.5	4.8	4.9
5	PI9	7:00	400	2.8	3.2	3.0
6	PI10	7:00	400	2.7	2.6	2.4
7	PI11	7:00	400	2.5	2.5	2.3
8	PI12	7:00	400	2.5	2.5	2.6

Días de aclimatacion 2do ensayo	Estadio	Tiempo de Recambio 24 horas-Am	% de Recambios 50%-Lt	A.Osmosis %.- Promedio	A.Pozo %.- Promedio	A.Control %.-Promedio
1	PI8	7:00	400	22	22	22
2	PI9	7:00	400	15.1	15.4	15.5
3	PI10	7:00	400	9.2	9.7	9.5
4	PI11	7:00	400	4.5	5.5	5.6
5	PI12	7:00	400	2.9	3.1	3.3
6	PI13	7:00	400	2.6	2.7	2.6
7	PI14	7:00	400	2.5	2.5	2.4
8	PI15	7:00	400	2.5	2.5	2.4

Nota. Se especifica el tiempo de en hora de recambios y porcentaje aplicado.

Evaluación microbiológica

El análisis microbiológico realizado durante el primer ensayo del proceso de aclimatación de *Penaeus vannamei* a salinidades bajas mostró variaciones en la carga de diferentes grupos microbianos en función del tipo de agua utilizado, como se observa en la tabla 9. Este análisis permitió comparar los efectos de tres tratamientos de agua: agua de pozo, agua de ósmosis inversa y agua control.

En el tratamiento con agua de pozo, se observó una disminución progresiva en las colonias amarillas y en los vibrios totales a lo largo del ensayo. Al inicio, en el estadio PL5, la carga bacteriana fue de $3.98E+05$ tanto para las colonias amarillas como para los vibrios totales. A medida que avanzó el ensayo, esta carga disminuyó considerablemente, alcanzando valores de $1.00E+02$ en los estadios PL9 y PL12. No se detectaron colonias verdes, *Pseudomonas*, ni hongos filamentosos en el agua de pozo.

En el tratamiento con agua de ósmosis inversa, también se evidenció una reducción en las colonias bacterianas. En el estadio PL5, las colonias amarillas y los vibrios totales fueron de $4.00E+03$. A medida que las postlarvas avanzaron en su desarrollo, los niveles de carga bacteriana descendieron, llegando a valores nulos en el

estadio PL12. Al igual que en el agua de pozo, no se detectaron colonias verdes, *Pseudomonas*, ni hongos filamentosos en este tratamiento.

En el agua control, se observó una disminución intermedia de colonias amarillas y vibrios totales en comparación con los otros tratamientos. La carga bacteriana inicial en el estadio PL5 fue de 1.40E+03, y al final del ensayo, en el estadio PL12, los valores descendieron a 1.00E+02. Similar a los otros tratamientos, el agua control no mostró presencia de colonias verdes, *Pseudomonas*, ni hongos filamentosos.

Los resultados del primer ensayo demostraron una reducción significativa de la carga bacteriana durante el proceso de aclimatación de *Penaeus vannamei* en todos los tratamientos de agua utilizados. El tratamiento con agua de ósmosis inversa presentó una mayor reducción de la carga microbiana al alcanzar niveles nulos al final del ensayo, mientras que el agua de pozo y el agua control también mostraron disminuciones notables en la carga bacteriana inicial.

Tabla 9 Comparación microbiológica de colonias bacterianas en larvas de camarón aclimatadas en agua de ósmosis inversa y agua de pozo

Tratamiento- Codigo T1	Estadio	Colonias amarillas	Colonias verdes	Vibrios Totales	Pseudomonas	Hongos Filamentosos
A. Pozo	5	3.98E+005	0.00E+000	3.98E+005	0.00E+000	0.00E+000
A. Pozo	7	2.80E+003	0.00E+000	2.80E+003	0.00E+000	0.00E+000
A. Pozo	9	1.00E+002	0.00E+002	1.00E+002	0.00E+000	0.00E+000
A. Pozo	12	1.00E+002	0.00E+002	1.00E+002	0.00E+000	0.00E+000
A. Osmosis	5	4.00E+003	0.00E+000	4.00E+003	0.00E+000	0.00E+000
A. Osmosis	7	2.80E+002	0.00E+000	2.80E+002	0.00E+000	0.00E+000
A. Osmosis	9	1.00E+002	0.00E+000	1.00E+002	0.00E+000	0.00E+000
A. Osmosis	12	0.00E+000	0.00E+000	0.00E+000	0.00E+000	0.00E+000
A. Control	5	1.40E+003	0.00E+000	1.40E+003	0.00E+000	0.00E+000
A. Control	7	1.10E+003	0.00E+000	1.10E+003	0.00E+000	0.00E+000
A. Control	9	1.00E+003	0.00E+000	1.00E+003	0.00E+000	0.00E+000
A. Control	12	1.00E+002	0.00E+002	1.00E+002	0.00E+000	0.00E+000

Nota Estos resultados sugieren que el agua de pozo favorece un mayor crecimiento de bacterias, lo que podría implicar un mayor riesgo de enfermedades si no se controla adecuadamente. No se detectaron *Pseudomonas* ni hongos filamentosos en ninguno de los tratamientos, lo que es positivo para la salud general de las larvas, aunque es crucial un monitoreo constante.

Comparación bacteriana en Diferentes Tratamientos de Agua Durante el Segundo Ensayo de Aclimatación

El análisis microbiológico del segundo ensayo del proceso de aclimatación de *Penaeus vannamei* a salinidades bajas mostró diferencias en la dinámica microbiana entre los tratamientos de agua de pozo, ósmosis inversa y agua control, permitiendo observar la eficacia de cada tratamiento en la reducción de la carga bacteriana y en la creación de un entorno adecuado para las postlarvas.

En el tratamiento con agua de pozo, se observó una disminución progresiva en las colonias amarillas y en los vibrios totales conforme avanzaba el ensayo. Al inicio, en el estadio PL8, la carga microbiana fue de $7.60E+04$, disminuyendo considerablemente a $2.90E+03$ en el estadio PL10 y a $2.49E+03$ en el estadio PL12. En el estadio final, PL15, la carga microbiana se redujo aún más, alcanzando $1.00E+02$. Durante todo el ensayo, no se detectaron colonias verdes, *Pseudomonas*, ni hongos filamentosos en el agua de pozo.

El tratamiento con agua de ósmosis inversa demostró un control microbiológico consistente, con niveles bajos de colonias amarillas y vibrios totales desde el inicio. En el estadio PL8, los valores registrados fueron de $4.00E+02$, disminuyendo a $2.98E+02$ en el estadio PL10 y a $1.00E+03$ en el estadio PL12. Al llegar al estadio PL15, los niveles de colonias bacterianas fueron nulos. Al igual que en el agua de pozo, no se observaron colonias verdes, *Pseudomonas*, ni hongos filamentosos en el tratamiento de ósmosis inversa.

El agua control presentó una carga bacteriana inicial de $5.70E+04$ en el estadio PL8, que disminuyó gradualmente a $3.00E+03$ en el estadio PL10 y a $1.60E+02$ en el estadio PL12. Al final del ensayo, en el estadio PL15, la carga bacteriana alcanzó $1.05E+02$. Durante este tratamiento, tampoco se detectaron colonias verdes, *Pseudomonas*, ni hongos filamentosos.

El segundo ensayo muestra que todos los tratamientos de agua (pozo, ósmosis inversa y control) experimentaron una reducción significativa de la carga bacteriana durante el proceso de aclimatación de *Penaeus vannamei*. El tratamiento con agua de ósmosis inversa alcanzó la eliminación completa de bacterias en el estadio PL15, mientras que el agua de pozo y el agua control también presentaron disminuciones notables en la carga bacteriana inicial.

Evaluación del Crecimiento Diario de *Penaeus vannamei* Bajo Diferentes Tratamientos de Aclimatación: Agua de Pozo, Ósmosis Inversa y Control

El análisis del crecimiento diario promedio de *Penaeus vannamei* bajo diferentes tratamientos de aclimatación en agua de pozo, ósmosis inversa y agua control permitió evaluar el rendimiento de cada tratamiento en términos de desarrollo larval a lo largo de los estadios PL5 a PL15. Las tendencias y diferencias observadas reflejan el impacto de cada tipo de agua en la tasa de crecimiento de las postlarvas.

En el tratamiento con agua de pozo, se observó un crecimiento constante y sostenido. Durante los primeros estadios (PL5 a PL12), el crecimiento fue lineal, comenzando con 5.2 mm en PL5 y alcanzando 12.3 mm en PL12. En el segundo conjunto de ensayos (PL8 a PL15), el crecimiento continuo de manera positiva y consistente, partiendo de 8.6 mm en PL8 y alcanzando 14.9 mm en PL15, el valor más alto registrado entre los tres tratamientos.

El tratamiento con agua de ósmosis inversa mostró un crecimiento positivo, aunque con ligeras variaciones en comparación con el agua de pozo. En los estadios iniciales (PL5 a PL12), el crecimiento comenzó en 5.2 mm en PL5 y llegó a 11.4 mm en PL12. En el segundo ensayo (PL8 a PL15), las postlarvas crecieron de 8.7 mm en PL8 a 13.8 mm en PL15, valores ligeramente inferiores a los del agua de pozo.

En el tratamiento con agua control, el perfil de crecimiento fue comparable, pero con algunas diferencias en ciertos estadios. En el grupo PL5 a PL12, el crecimiento inicial fue de 5.0 mm en PL5, aumentando gradualmente hasta 11.6 mm en PL12. En el segundo conjunto de ensayos (PL8 a PL15), el crecimiento comenzó en 9.0 mm en PL8 y alcanzó 13.9 mm en PL15, lo que sugiere una recuperación significativa en los estadios avanzados.

De acuerdo con la tabla 10, la comparación del crecimiento diario promedio entre los tres tratamientos mostró que el agua de pozo permitió el mayor crecimiento al final del ensayo, con 14.9 mm en PL15. El agua de ósmosis inversa alcanzó un crecimiento final de 13.8 mm en PL15, mientras que el agua control logró 13.9 mm en el mismo estadio.

Tabla 10 Crecimiento Diario Promedio de *Penaeus vannamei* bajo Aclimatación en Agua de Pozo, Ósmosis Inversa y control

Crecimiento Diario Promedio	Estadio	T. A. Pozo 1 milímetros	T.A. Ósmosis 1.2 milímetros	T.A. Control1.3 milímetros
1	PI5	5,2	5.2	5.0
2	PI6	6,6	6.5	6.6
3	PI7	7,5	7.1	7.3
4	PI8	8.2	8.1	8.2
5	PI9	9.1	8.9	8.9
6	PI10	9.8	9	9.3
7	PI11	10.9	10.1	10.3
8	PI12	12.3	11.4	11.6

Crecimiento Diario Promedio	Estadio	T. A. Pozo 1 milímetros	T.A. Ósmosis 1.2 milímetros	T.A. Control1.3 milímetros
1	PI8	8.6	8,7	9
2	PI9	9.1	9	9.4
3	PI10	9.8	9.6	9.8
4	PI11	11.2	10.5	10.6
5	PI12	12.3	11.5	11.6
6	PI13	12.9	11.9	11.8
7	PI14	13.5	12.7	12.6
8	PI15	14.9	13.8	13.9

Nota: Todos los tratamientos proporcionaron un entorno adecuado para el crecimiento larval de *Penaeus vannamei*, con el agua de pozo destacándose en los estadios finales por su crecimiento más alto. El tratamiento con ósmosis inversa, aunque ligeramente inferior en los resultados finales, mostró un rendimiento constante y predecible, mientras que el agua control se recuperó significativamente en los estadios avanzados, igualando los niveles de crecimiento observados en el agua de pozo. Estos resultados son cruciales para optimizar las prácticas de aclimatación, permitiendo la selección del tratamiento de agua más adecuado según las necesidades específicas del cultivo y las metas de crecimiento.

Resultados Comparativos de *Penaeus vannamei* bajo diferentes tratamientos de Agua durante los Ensayos de Aclimatación

Los ensayos de aclimatación de *Penaeus vannamei* en distintos tratamientos de agua (pozo, ósmosis inversa y control) ofrece una evaluación profunda del impacto de cada tratamiento sobre la supervivencia, densidad poblacional, crecimiento en peso (pelegramo) y salinidad. Este enfoque permite discernir las condiciones más favorables para el desarrollo larval bajo condiciones de baja salinidad.

Durante el proceso de aclimatación de *Penaeus vannamei*, se analizaron varios parámetros clave para entender el efecto de los tratamientos con agua de pozo, ósmosis inversa y agua control en la retención de población, densidad y crecimiento en peso (pelegramo) de las postlarvas en los ensayos PL5 a PL12 y PL8 a PL15.

Todos los tratamientos comenzaron con una población inicial similar, entre 150,000 y 154,000 postlarvas en ambos grupos de ensayo. Sin embargo, las diferencias en la población final reflejan el impacto diferencial de los tratamientos. En el ensayo PL5 a PL12, el agua de pozo tuvo la mayor retención poblacional, con una población final de 114,840 postlarvas, en comparación con el agua de ósmosis inversa (101,640 postlarvas) y el agua control (102,100 postlarvas). En el segundo ensayo (PL8 a PL15), el agua de pozo nuevamente mantuvo la mayor población final, con 108,040 postlarvas, seguido por el agua de ósmosis inversa con 96,540 postlarvas y el agua control con 90,720 postlarvas.

La densidad inicial fue constante en ambos ensayos, con 190 larvas/L en todos los tratamientos. No obstante, la densidad final mostró variaciones debido a la pérdida de población observada durante el proceso. En el ensayo PL5 a PL12, el agua de pozo mantuvo una densidad final de 113 larvas/L, superior al agua de ósmosis inversa (99 larvas/L) y al agua control (107 larvas/L). En el ensayo PL8 a PL15, el agua de pozo y el agua control presentaron una densidad final alta de 108 y 113 larvas/L, respectivamente, mientras que el agua de ósmosis inversa tuvo la menor densidad con 97 larvas/L.

El pelegramo, que indica el peso promedio de las postlarvas, mostró diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto al crecimiento. En el ensayo PL5 a PL12, el pelegramo inicial fue más alto en el agua control (565 plgr), seguido por el agua de pozo (549 plgr) y el agua de ósmosis inversa (545 plgr). Al finalizar el ensayo, el crecimiento en peso fue menor en el agua de pozo, con un valor de 147 plgr, mientras que el agua de ósmosis inversa y el agua control alcanzaron valores más altos de 189 plgr y 190 plgr, respectivamente. En el segundo ensayo PL8 a PL15, los valores de pelegramo inicial fueron más bajos en general, pero el agua de ósmosis inversa mostró el mayor crecimiento, con un valor final de 92 plgr, en comparación con el agua de pozo (71 plgr) y el agua control (81 plgr).

En el análisis de salinidad, los valores iniciales fueron similares entre los tratamientos, con ligeras variaciones en el ensayo PL5 a PL12, donde el agua control presentó un valor de 18.2 ‰, ligeramente inferior al del agua de pozo y ósmosis inversa, que registraron 19.8 ‰ y 19.7 ‰, respectivamente. En el ensayo PL8 a PL15, la salinidad inicial fue uniforme para todos los tratamientos, con un valor de 22 ‰. La salinidad final mostró una reducción significativa en cada tratamiento, lo que indica un

proceso de aclimatación exitoso. En el ensayo PL5 a PL12, la salinidad final osciló entre 2.6 ‰ para el agua de pozo y control, y 2.73 ‰ para el agua de ósmosis inversa. En el ensayo PL8 a PL15, el agua de pozo presentó la salinidad final más baja, de 2.2 ‰, mientras que en los otros dos tratamientos alcanzó 2.4 ‰.

La supervivencia final de las postlarvas mostró una tendencia similar a la observada en la densidad y la retención poblacional. En el ensayo PL5 a PL12, el agua de pozo obtuvo la mayor tasa de supervivencia con un 75%, mientras que el agua de ósmosis inversa y el agua control registraron tasas de supervivencia ligeramente menores, con 65% y 66%, respectivamente. En el ensayo PL8 a PL15, el agua de pozo también mantuvo la mayor tasa de supervivencia con un 74%, en comparación con el 65% en el agua de ósmosis inversa y el 63% en el agua control.

Los ensayos de aclimatación de *Penaeus vannamei* bajo diferentes tratamientos de agua (pozo, ósmosis inversa y control) permitieron evaluar el impacto de cada fuente en parámetros clave como la retención poblacional, densidad, crecimiento en peso y salinidad en estadios PL5 a PL12 y PL8 a PL15. Todos los tratamientos comenzaron con una población inicial similar, pero el agua de pozo mostró una mayor retención poblacional y densidad final en ambos ensayos. En cuanto al crecimiento en peso (pelegramo), los tratamientos con agua de ósmosis inversa y agua control favorecieron un mayor crecimiento en peso al final, especialmente en estadios avanzados. La salinidad inicial fue uniforme, mientras que la salinidad final mostró una reducción significativa en todos los tratamientos, reflejando un proceso de aclimatación exitoso. La tasa de supervivencia fue mayor en el agua de pozo, destacándose como el tratamiento más efectivo para la supervivencia de las postlarvas, mientras que el agua de ósmosis inversa y control también fueron eficaces, especialmente en el crecimiento en peso.

Tabla 11 Comparación de Parámetros de Crecimiento, Supervivencia y Aclimatación de *Penaeus vannamei* bajo Diferentes Tratamientos de Agua (Pozo, Ósmosis Inversa, y Control) en Ensayos PL5-PL12 y PL8-PL15

Ensayos	PI5-PI12 A.Pozo	PL5-PI12 A.Osmosis	PI5-PI12 A.Control	PL8-PL15 A.Pozo	PI8-PL15 A.Osmosis	PL8-PL15 A.Control
Sala	8	8	8	1	1	1
# Tanques	14	12	13	5	4	3
Codigos	T1.1-1.2-1.3	T 2.1-2.2-2.3	T3.1-3.2-3.3	T4.1-4.2-4.3	T 5.1-5.2-5.3	T6.1-6.2-6.3
Poblacion inicial	154.000	153.440	153.720	150.800	150.000	150.075
Poblacion Final	114.840	101.640	102.100	108.040	96.540	90.720
Densidad inicial Larvas/Litros	190	190	190	190	190	190
Densidad Final Larvas/Litros	113	99	107	108	97	113
Pelegamo Inicial Plgr	549	545	565	290	274	335
Pelegamo Final Plgr	147	189	190	71	92	81
Salinidad Inicial ‰	19.8	19.7	18.2	22	22	22
Salinidad Final ‰	2,6	2,73	2,6	2,2	2,4	2,4
Sobrevivencia inicial %	100	100	100	100	100	100
Sobrevivencia Final %	75	65	66	74	65	63

Nota: Los resultados reflejados en la tabla resumen los ensayos de aclimatación de *Penaeus vannamei* en diferentes tratamientos de agua (pozo, ósmosis inversa y control) en dos grupos de estadios larvales (PL5 a PL12 y PL8 a PL15). Se observan variaciones importantes en la población final, densidad de larvas, pelegamo y supervivencia, con el agua de pozo mostrando una mejor retención poblacional y supervivencia, mientras que los tratamientos de ósmosis inversa y agua control favorecieron un mayor crecimiento en peso (pelegamo). La reducción de la salinidad a niveles finales bajos en todos los tratamientos confirma un proceso de aclimatación exitoso, siendo cada tratamiento adecuado según los objetivos específicos del cultivo.

Análisis de varianza

El análisis de varianza (ANOVA) realizado con agua de pozo en el primer ensayo reveló diferencias estadísticamente significativas en las variables de

supervivencia, peso (Plgr) y temperatura. La supervivencia mostró un valor F de 154,582 ($p = 0,000$), el crecimiento (Plgr) presentó un valor F extremadamente alto de 1081,452 ($p = 0,000$), y la temperatura alcanzó un valor F de 152,036 ($p = 0,000$), lo que indica que el agua de pozo tiene un impacto significativo en estos parámetros. Estos resultados destacan la influencia de esta fuente de agua en la aclimatación de los organismos, mejorando tanto su supervivencia como su desarrollo.

Tabla 12 Análisis estadístico con Agua de Pozo, con las variables dependiente como sobrevivencia, Plgr o peso y temperatura.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
% Sobrevivencia	Entre grupos	1893,625	7	270,518	154,582	0,000
	Dentro de grupos	28,000	16	1,750		
	Total	1921,625	23			
Plgr	Entre grupos	405003,958	7	57857,708	1081,452	0,000
	Dentro de grupos	856,000	16	53,500		
	Total	405859,958	23			
Temperatura	Entre grupos	69,697	7	9,957	152,036	0,000
	Dentro de grupos	1,048	16	0,065		
	Total	70,745	23			

Nota: Estos resultados destacan que el agua de pozo influye significativamente en la aclimatación de los organismos, afectando su supervivencia, crecimiento y temperatura.

El agua de pozo mostró un desempeño superior en comparación con otras fuentes de agua, lo cual podría estar relacionado con varios factores. En primer lugar, la composición mineral del agua de pozo, que contiene un balance adecuado de iones esenciales como calcio, magnesio y potasio, puede ser más beneficiosa para la osmorregulación de *Penaeus vannamei* en sus primeras fases de desarrollo. Como se mencionó anteriormente, el calcio es crucial para la formación del exoesqueleto y la contracción muscular, mientras que el magnesio está involucrado en la activación de enzimas esenciales. Estos elementos están en concentraciones adecuadas en el agua de pozo, lo que facilita la adaptación y crecimiento de las postlarvas. Además, el pH de esta fuente de agua, que se encuentra cerca del valor óptimo (7.93), también contribuye a un ambiente más favorable para la fisiología del camarón, ya que cambios abruptos en pH pueden inducir estrés osmótico, afectando su supervivencia y crecimiento.

Estos hallazgos están en línea con investigaciones previas que sugieren que el agua de pozo, al ofrecer una combinación equilibrada de minerales y un pH estable, favorece la aclimatación de las postlarvas. En un estudio realizado por Lemos et al. (2017), se observó que el uso de agua de pozo en la acuicultura de *Penaeus vannamei* resultó en una mayor tasa de supervivencia y un mejor crecimiento comparado con el uso de agua de ósmosis inversa, debido a la presencia de los iones esenciales que no solo favorecen la osmorregulación, sino también la formación de la estructura ósea. Este estudio también destacó la importancia de las concentraciones de calcio y magnesio en el agua como factores determinantes en la salud y el desarrollo de los camarones.

Tabla 13 Anova del primer experimento con tratamiento con agua de osmosis inversa con sobrevivencia, Plgr o peso y temperatura.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
% Sobrevivencia	Entre grupos	2628,625	7	375,518	160,936	0,000
	Dentro de grupos	37,333	16	2,333		
	Total	2665,958	23			
Plgr	Entre grupos	336288,625	7	48041,232	5852,739	0,000
	Dentro de grupos	131,333	16	8,208		
	Total	336419,958	23			
Temperatura	Entre grupos	93,996	7	13,428	74,292	0,000
	Dentro de grupos	2,892	16	0,181		
	Total	96,888	23			

Nota: Los resultados con agua de ósmosis inversa muestran diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en todos los parámetros evaluados, destacando que los tratamientos con ósmosis inversa presentan un impacto notable en el crecimiento de las postlarvas (PLgr) y la supervivencia, con valores de F elevados que indican un efecto considerable entre los grupos analizados.

El análisis ANOVA aplicado al proceso de aclimatación con agua dulce control a bajas salinidades en el experimento desde PL5 hasta PL12 mostró diferencias significativas entre los grupos en las tres variables analizadas: supervivencia, peso de los camarones (Plgr) y temperatura. La supervivencia presentó un valor F de 290.403 y un valor p de 0.000, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa entre los

grupos. Para el peso de los camarones, se registró un valor F de 2850.712 con un valor p de 0.000, evidenciando diferencias claras entre los grupos. En cuanto a la temperatura, el valor F fue de 5.181 con un valor p de 0.003, mostrando una diferencia significativa, aunque de menor magnitud.

Tabla 14 Análisis de varianza (ANOVA) para la comparación de % de sobrevivencia, Plgr y temperatura en diferentes grupos.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
% Sobrevivencia	Entre grupos	3303,333	7	471,905	290,403	0,000
	Dentro de grupos	26,000	16	1,625		
	Total	3329,333	23			
Plgr	Entre grupos	367504,292	7	52500,613	2850,712	0,000
	Dentro de grupos	294,667	16	18,417		
	Total	367798,958	23			
Temperatura	Entre grupos	64,817	7	9,260	5,181	0,003
	Dentro de grupos	28,598	16	1,787		
	Total	93,415	23			

Nota: La tabla presenta los resultados del análisis ANOVA para tres variables: % de supervivencia, Plgr (peso) y temperatura. La columna "gl" representa los grados de libertad, "F" es el valor de la prueba F, y "Sig." indica el nivel de significancia. Valores de significancia (Sig.) inferiores a 0,05 sugieren diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

El ANOVA aplicado a los resultados del segundo experimento mostró diferencias significativas en la aclimatación con agua de pozo en las variables de % de supervivencia y Plgr (peso), mientras que no se observaron diferencias significativas en la temperatura. Para el % de supervivencia, se obtuvo un valor F de 100.396 y un valor p de 0.000, indicando diferencias entre los grupos. La temperatura registró un valor F de 1.793 con un valor p de 0.158, lo cual no muestra diferencias significativas. Aunque la temperatura no presentó diferencias significativas en este experimento, es importante considerar que, en general, la temperatura es un factor crítico en el proceso de aclimatación de *Penaeus vannamei*. Las variaciones de temperatura pueden influir en la tasa metabólica de los camarones, afectando su crecimiento, reproducción y

supervivencia. Sin embargo, en este estudio, la falta de diferencias significativas en la temperatura sugiere que las variaciones dentro del rango utilizado en el experimento (probablemente dentro de los límites óptimos para la especie) no fueron lo suficientemente grandes como para inducir un estrés térmico que afectara la supervivencia o el desarrollo de las postlarvas.

Este hallazgo también resalta la importancia de controlar otros factores, como la salinidad y la calidad del agua, que pueden tener un impacto más directo en la aclimatación de las postlarvas en condiciones de baja salinidad. En estudios previos, como el de Alam et al. (2015), se encontró que pequeñas fluctuaciones de temperatura (dentro de los rangos típicos de cultivo de *Penaeus vannamei*) no afectan significativamente la supervivencia de las postlarvas si los demás parámetros ambientales se mantienen estables. Esto podría explicar por qué, en este experimento, las diferencias de temperatura no tuvieron un impacto relevante en los resultados observados.

Tabla 15 Anova con agua de Pozo realizadas con las variables dependientes como supervivencia, Plgr o peso y temperatura.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
% Supervivencia	Entre grupos	2313,292	7	330,470	100,396	0,000
	Dentro de grupos	52,667	16	3,292		
	Total	2365,958	23			
Plgr	Entre grupos	134036,958	7	19148,137	3126,226	0,000
	Dentro de grupos	98,000	16	6,125		
	Total	134134,958	23			
Temperatura	Entre grupos	2,370	7	0,339	1,793	0,158
	Dentro de grupos	3,020	16	0,189		
	Total	5,390	23			

Nota: Análisis de Varianza (ANOVA) en tratamiento con agua de pozo nos dan como resultados diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en los parámetros de supervivencia y crecimiento en peso (PLgr), con valores de F elevados que demuestran un impacto considerable entre los grupos evaluados. Sin embargo, no se encontraron

diferencias significativas en las variaciones de temperatura entre los grupos ($p > 0.05$), lo que sugiere que la temperatura no fue un factor influyente en este caso.

El agua de ósmosis inversa muestra diferencias altamente significativas en las variables de supervivencia y Plgr (peso o crecimiento). La supervivencia presenta un valor F de 433,677 ($p = 0,000$).

Tabla 16 Anova del segundo experimento con agua de osmosis inversa realizadas con las variables dependientes como supervivencia, Plgr o peso y temperatura.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
% Supervivencia	Entre grupos	3921,167	7	560,167	433,677	0,000
	Dentro de grupos	20,667	16	1,292		
	Total	3941,833	23			
Plgr	Entre grupos	93845,958	7	13406,565	1838,615	0,000
	Dentro de grupos	116,667	16	7,292		
	Total	93962,625	23			
Temperatura	Entre grupos	2,260	7	0,323	1,598	0,207
	Dentro de grupos	3,233	16	0,202		
	Total	5,493	23			

Nota: El Plgr refleja un valor F aún más alto de 1838,615 ($p = 0,000$), lo que sugiere un impacto muy significativo en el crecimiento. Sin embargo, la temperatura no presenta diferencias significativas entre los grupos ($F = 1,598$, $p = 0,207$), lo que indica que no es un factor clave en este análisis.

El análisis ANOVA realizado sobre el proceso de aclimatación con agua dulce control a bajas salinidades mostró diferencias significativas entre los grupos en las tres variables examinadas: porcentaje de supervivencia, peso de los camarones (Plgr) y temperatura. En cuanto a la supervivencia, el valor F fue de 589.122 y el valor p de 0.000, indicando una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos. Para el peso de los camarones, se obtuvo un valor F de 2586.600 y un valor p de 0.000, confirmando diferencias entre los grupos. La temperatura presentó un valor F de 2.816 y un valor p de 0.041, lo que sugiere una diferencia significativa aunque más moderada.

Tabla 17 Análisis de varianza (ANOVA) en agua control para la comparación de % de sobrevivencia, Plgr y temperatura en diferentes grupos.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
% Sobrevivencia	Entre grupos	4639,333	7	662,762	589,122	0,000
	Dentro de grupos	18,000	16	1,125		
	Total	4657,333	23			
Plgr	Entre grupos	171254,500	7	24464,929	2586,600	0,000
	Dentro de grupos	151,333	16	9,458		
	Total	171405,833	23			
Temperatura	Entre grupos	2,776	7	0,397	2,816	0,041
	Dentro de grupos	2,253	16	0,141		
	Total	5,030	23			

Nota: La tabla muestra los resultados del ANOVA para tres variables: sobrevivencia, Plgr y temperatura. Los grados de libertad (gl), el valor de F y la significancia (Sig.) se indican para cada variable. Valores de "Sig." menores a 0.05 sugieren diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Los altos valores de F para sobrevivencia y Plgr indican diferencias marcadas, mientras que, aunque menor, el valor de F para temperatura también muestra una diferencia significativa.

El análisis ANOVA en estos ensayos evidenció diferencias significativas en la aclimatación de *Penaeus vannamei* bajo tratamientos con agua de pozo y ósmosis inversa, mostrando que ambos tipos de agua impactan de manera considerable en la supervivencia y el crecimiento de las postlarvas. En el ensayo con agua de pozo, el crecimiento en peso presentó un valor F elevado ($F = 1081.452$), indicando diferencias notables en supervivencia y crecimiento. En el tratamiento con ósmosis inversa, los resultados también mostraron un impacto significativo en el crecimiento, con un valor F de 5852.739.

Estos hallazgos resaltan la influencia del tipo de agua en parámetros clave como la supervivencia y el crecimiento, proporcionando datos relevantes para optimizar las prácticas de aclimatación en sistemas de producción de *Penaeus vannamei*.

Comparativa de Supervivencia de *Penaeus vannamei* en Agua de Pozo, Ósmosis Inversa y Control

Se compararon dos experimentos realizados con *Penaeus vannamei* aclimatados a distintas fuentes de agua (pozo, ósmosis inversa y control), revelando que el agua de pozo presentó condiciones más favorables para la supervivencia, con tasas de 75% en el primer experimento (PL5 a PL12) y 74% en el segundo (PL8 a PL15), en comparación con menores tasas en el agua de ósmosis inversa (65%) y en el agua control (66% y 63%, respectivamente). En ambas fases, el agua de pozo se destacó por proporcionar un entorno más estable, posiblemente debido a un balance iónico más natural, en contraste con el agua de ósmosis inversa, que mostró resultados menores en crecimiento y supervivencia, a pesar de tener salinidades ajustadas. Estos resultados sugieren la importancia de optimizar los parámetros del agua tratada por ósmosis inversa y respaldan la viabilidad del agua de pozo como una opción eficiente y sostenible para la producción acuícola de *Penaeus vannamei*.

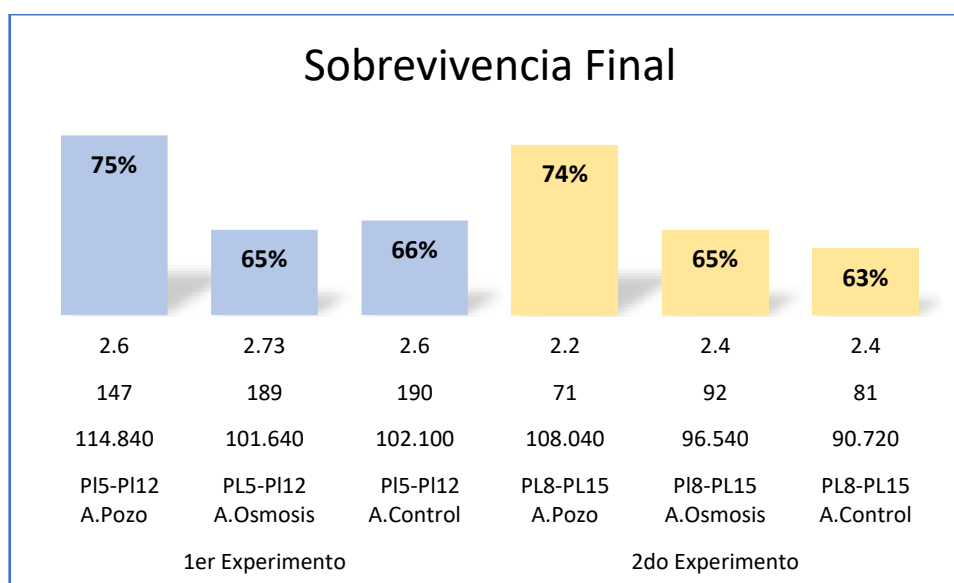


Figura 2 Comparación de la Supervivencia Final de *Penaeus vannamei* sometidos con Agua de Pozo, osmosis y control durante el Proceso de Aclimatación

Discusión

Análisis físico-químico del agua utilizada

El análisis de los parámetros físico-químicos del agua utilizada para la aclimatación de *Penaeus vannamei* a baja salinidad resalta la importancia de mantener niveles adecuados de salinidad, pH, alcalinidad y concentraciones de iones esenciales como calcio, potasio y magnesio. Celi Quezada et al. (2022) destacan que en el cultivo de *L. vannamei*, estos factores juegan un papel crucial en la supervivencia y el desarrollo de las postlarvas. Estudios como el de Colón Velásquez López et al. (2023) subrayan la necesidad de una aclimatación gradual para minimizar el estrés osmótico, observando que en condiciones de salinidad reducida, es fundamental asegurar un ajuste progresivo de estos parámetros. Arancibia Cano & Cáceres Balmaceda (2018) también encontraron que la estabilidad en los niveles de alcalinidad y pH contribuye a un entorno más adecuado para el crecimiento y supervivencia en sistemas de flujo continuo.

Un aspecto crucial de este estudio es la importancia del balance iónico en la reducción del estrés osmótico de las postlarvas de *Penaeus vannamei*. La osmorregulación es el proceso mediante el cual los camarones mantienen el equilibrio de agua y sales dentro de su cuerpo, y en condiciones de salinidad reducida, este proceso se ve intensamente desafiante. La estabilidad de los iones esenciales, como el calcio, potasio y magnesio, en el agua, es clave para facilitar la osmorregulación, ya que estos iones juegan roles fundamentales en el mantenimiento de la estructura celular y la función de las membranas biológicas, lo que reduce el estrés asociado a los cambios osmóticos.

Aguirre Celi et al. (2019) proponen el uso de aguas subterráneas debido a su balance iónico natural, lo que contribuye a una aclimatación más efectiva. Las aguas de pozo, como se observó en este estudio, ofrecen un entorno más estable para las postlarvas de *Penaeus vannamei*, al contar con mayores concentraciones de iones esenciales. Este equilibrio iónico favorece la osmorregulación, lo que reduce el estrés osmótico y mejora la supervivencia de las postlarvas en condiciones de baja salinidad.

En comparación, el agua de ósmosis inversa, que tiene bajos niveles de iones esenciales, puede generar un ambiente menos favorable para la osmorregulación, dificultando el equilibrio osmótico de las larvas y aumentando el estrés. De acuerdo con

Valle Sotomayor (2020), este tipo de aguas puede requerir remineralización adicional para garantizar un equilibrio adecuado de iones, de lo contrario, el proceso de aclimatación podría verse comprometido, afectando negativamente el rendimiento acuícola.

Por ejemplo, la falta de calcio en el agua de ósmosis inversa podría dificultar la formación de esqueletos de las postlarvas, lo que podría llevar a una menor tasa de crecimiento y mayor mortalidad. En estudios previos, como los de Arzola et al. (2013), se ha demostrado que el calcio es esencial no solo para el desarrollo esquelético, sino también para la función muscular y la actividad enzimática, lo que influye directamente en la eficiencia del crecimiento. En este sentido, el agua de pozo, con mayores concentraciones de calcio, facilita estos procesos biológicos, contribuyendo a una mayor tasa de supervivencia y crecimiento de las postlarvas.

El magnesio y el potasio son esenciales para la función de las bombas iónicas en las membranas celulares de las postlarvas. Un desequilibrio en estos iones podría afectar la homeostasis celular y dificultar la adaptación de las postlarvas a condiciones de baja salinidad, como ocurre en el agua de ósmosis inversa. Esto se traduce en un impacto negativo en la productividad acuícola, ya que las postlarvas menos adaptadas son más susceptibles a enfermedades, menor crecimiento y una mayor tasa de mortalidad.

La estabilidad en los parámetros físico-químicos del agua, especialmente en el balance iónico, es fundamental para reducir el estrés osmótico en las postlarvas y optimizar su aclimatación a condiciones de baja salinidad. Este estudio refuerza la idea de que el agua de pozo, al ofrecer un ambiente más equilibrado en cuanto a los iones esenciales, favorece la osmorregulación de *Penaeus vannamei*, lo que, en última instancia, mejora tanto su supervivencia como su rendimiento productivo en sistemas de cultivo. En contraste, las fuentes de agua como la de ósmosis inversa, que carecen de estos iones esenciales, pueden requerir tratamientos adicionales para remineralizar el agua y asegurar una aclimatación exitosa.

Balance de iones

El balance de iones en el agua utilizada para el cultivo de *Penaeus vannamei* es fundamental para la osmorregulación y la supervivencia de las postlarvas. Celi Quezada et al. (2022) resaltan la importancia de controlar adecuadamente los niveles de potasio y otros iones esenciales en bajas salinidades, ya que estos son necesarios para mantener el

equilibrio osmótico y evitar el estrés en los organismos. Colón Velásquez López et al. (2023) demuestran que el ajuste gradual de los niveles de iones facilita la adaptación de *L. vannamei* a salinidades extremadamente bajas, lo que coincide con los hallazgos de este estudio, que muestra la efectividad de un balance iónico adecuado para la aclimatación.

Arancibia Cano & Cáceres Balmaceda (2018) enfatizan que el método de aclimatación puede impactar directamente los niveles iónicos en el agua, afectando el crecimiento y la supervivencia del camarón. Este hallazgo es respaldado por Aguirre Celi et al. (2019), quienes proponen el uso de aguas subterráneas, que presentan un perfil iónico más estable, beneficiando el proceso de aclimatación. Asimismo, Valle Sotomayor (2020) destaca que los iones de potasio, calcio y magnesio son cruciales en aguas de baja salinidad para optimizar el crecimiento y la salud de *L. vannamei*.

Estudios adicionales, como los de Galkanda-Arachchige et al. (2020), resaltan que el magnesio juega un papel clave en la fisiología del camarón, y su insuficiencia puede comprometer su desarrollo. En este contexto, Vera (2020) recomienda protocolos de suplementación iónica para corregir el desbalance característico de las aguas de baja salinidad, asegurando un entorno óptimo para el crecimiento de los organismos. Finalmente, Valenzuela Madrigal et al. (2019) y Puentes et al. (2023) subrayan la importancia de la proporción adecuada de Na^+ , K^+ , Mg^{2+} y Ca^{2+} para replicar las condiciones del agua marina, optimizando la supervivencia y el rendimiento en sistemas de baja salinidad.

Microbiología del agua

El control microbiológico del agua es fundamental para mantener la salud de las postlarvas de *Penaeus vannamei* durante el proceso de aclimatación. El estudio de Celi Quezada et al. (2022) destaca que la calidad microbiológica del agua, especialmente la reducción de patógenos como *Vibrio spp.*, es esencial para minimizar las infecciones y el estrés en ambientes de baja salinidad. Colón Velásquez López et al. (2023) enfatizan la importancia de un ajuste gradual en los parámetros del agua, incluyendo el control de la carga bacteriana, para reducir los riesgos sanitarios y favorecer un ambiente estable para las postlarvas.

La investigación de Arancibia Cano & Cáceres Balmaceda (2018) resalta cómo el método de aclimatación, en este caso el de flujo continuo, afecta los niveles

bacterianos en el agua y la supervivencia de *L. vannamei*. Aguirre Celi et al. (2019) proponen que las aguas subterráneas, como el agua de pozo, ofrecen una ventaja debido a su perfil microbiológico estable, lo cual es crucial para la aclimatación sin contaminantes que afecten a las larvas. Esto es coherente con los hallazgos de Torres y Salazar (2017), quienes observaron mejoras en la biomasa de las larvas en agua de pozo, donde la carga bacteriana era baja, contribuyendo así a la reducción de enfermedades.

La gestión de la calidad del agua también abarca la minimización de compuestos nitrogenados, como lo indica Gutiérrez-Salazar et al. (2015), quienes advierten del riesgo de enfermedades derivadas de contaminantes, en especial en sistemas de baja salinidad. El trabajo de Ramírez-Rochín et al. (2017) y Valencia-Castañeda et al. (2020) enfatiza que la exposición a nitritos y nitratos compromete la capacidad de osmorregulación de los camarones y su resistencia a infecciones, lo cual refuerza la necesidad de un control microbiológico riguroso, particularmente en aguas tratadas como las de ósmosis inversa, donde la carga bacteriana puede variar.

Por último, Zacarias et al. (2018) proponen el uso de sistemas alternativos como el biofloc para mejorar el equilibrio microbiológico y reducir los riesgos de patógenos. En conjunto, estos estudios subrayan que un control efectivo de la carga bacteriana y la calidad microbiológica del agua, especialmente en sistemas de baja salinidad, es esencial para la supervivencia y el bienestar de las postlarvas de *Penaeus vannamei*.

Supervivencia

La supervivencia de las postlarvas de *Penaeus vannamei* bajo diferentes tratamientos de agua se ve influenciada por los parámetros físico-químicos y la calidad microbiológica del agua utilizada. El estudio de Celi Quezada et al. (2022) destaca la importancia de mantener condiciones adecuadas de temperatura, pH y alcalinidad para optimizar la supervivencia de *P. vannamei* en ambientes de baja salinidad. Colón Velásquez López et al. (2023) subrayan que la aclimatación gradual de postlarvas a salinidades bajas permite una adaptación fisiológica más efectiva, minimizando el estrés osmótico y mejorando la tasa de supervivencia.

Aguirre Celi et al. (2019) proponen un modelo de cultivo intensivo en baja salinidad que ha mostrado una tasa de supervivencia favorable, beneficiando a los productores en zonas alejadas de la costa. En el presente estudio, el agua de pozo ha demostrado ser especialmente efectiva en términos de supervivencia, ofreciendo una

mayor estabilidad iónica y un perfil microbiológico favorable en comparación con el agua de ósmosis inversa y el agua control. De acuerdo con Valle Sotomayor (2020), la gestión adecuada de iones como potasio, calcio y magnesio es crucial para optimizar la supervivencia en aguas de baja salinidad, lo cual es consistente con los resultados observados en el agua de pozo.

El análisis de Arzola et al. (2013) concluye que la interacción entre salinidad y temperatura tiene un efecto significativo en la supervivencia de *L. vannamei*, donde temperaturas óptimas de 20-25°C maximizan la viabilidad de las postlarvas, independientemente de la salinidad. Esto resalta la necesidad de mantener condiciones estables en estos parámetros para mejorar la supervivencia en los estadios de desarrollo PL5 a PL12 y PL8 a PL15. Estos resultados son apoyados por el trabajo de Torres y Salazar (2017), quienes observaron que el agua de pozo permite una mayor estabilidad en la biomasa y la supervivencia de las larvas debido a su composición iónica natural.

Finalmente, el estudio de Zacarias et al. (2018) propone el uso de sistemas alternativos como el biofloc para mejorar la calidad del agua en ambientes de baja salinidad y reducir la carga microbiana, lo cual es crítico para mantener altas tasas de supervivencia. En conjunto, estos estudios resaltan que la elección de un agua con un perfil iónico adecuado y una gestión efectiva de la calidad microbiológica es esencial para maximizar la supervivencia de *Penaeus vannamei* en condiciones de aclimatación a baja salinidad.

Crecimiento diario (Pelegramo)

El crecimiento en peso (pelegramo) de las postlarvas de *Penaeus vannamei* bajo diferentes tratamientos de aclimatación resalta el impacto de las condiciones iónicas y de salinidad en el rendimiento del cultivo. Celi Quezada et al. (2022) subrayan que mantener un equilibrio físico-químico adecuado, especialmente en términos de salinidad y alcalinidad, es fundamental para favorecer el desarrollo y crecimiento de *P. vannamei*. Además, Colón Velásquez López et al. (2023) muestran que una aclimatación gradual de las postlarvas, de salinidades más altas a niveles más bajos, permite optimizar el crecimiento, ya que reduce el estrés osmótico y facilita una mayor asimilación de nutrientes..

Los resultados de este estudio indican que el agua de pozo proporcionó condiciones favorables para un crecimiento sostenido, en comparación con el agua de

ósmosis inversa y el agua control. Arancibia Cano & Cáceres Balmaceda (2018) observaron que los métodos de flujo continuo en sistemas de aclimatación permiten condiciones de crecimiento y desarrollo consistentes, lo cual se alinea con los datos obtenidos en el agua de pozo en este experimento. Además, los hallazgos de Torres y Salazar (2017) refuerzan que el agua de pozo, con su equilibrio iónico más natural, puede mejorar la biomasa y el crecimiento de las larvas.

El estudio de Molina et al. (2019) demuestra que la suplementación de potasio y magnesio en bajas salinidades es crítica para mejorar el crecimiento y la supervivencia, maximizando la productividad. Este enfoque sugiere que, en ausencia de un balance iónico adecuado, el crecimiento puede ser subóptimo, como se observó en el tratamiento con agua de ósmosis inversa, donde el rendimiento en crecimiento fue moderadamente inferior.

Finalmente, Briceño (2021) destaca que aunque *L. vannamei* es capaz de adaptarse a rangos amplios de salinidad, su crecimiento es óptimo en salinidades moderadas, ya que a niveles extremos, el esfuerzo osmorregulador afecta negativamente su desarrollo. En este sentido, los sistemas de baja salinidad deben asegurar un entorno iónico adecuado que permita maximizar el crecimiento, respaldando así los resultados observados en este estudio.

Análisis de varianza (ANOVA)

El análisis estadístico de varianza (ANOVA) realizado en este estudio permite evaluar las diferencias significativas en supervivencia, crecimiento y temperatura entre los distintos tratamientos de aclimatación (pozo, ósmosis inversa y control) para *Penaeus vannamei*. El uso de ANOVA es esencial en la investigación acuícola, como lo demuestra Celi Quezada et al. (2022), quienes destacan la importancia de examinar las condiciones de baja salinidad en la supervivencia y productividad del camarón, particularmente al monitorear factores claves como el pH, alcalinidad y la estabilidad de temperatura en ambientes de cultivo..

Los resultados de ANOVA muestran que las condiciones de aclimatación tienen un impacto significativo en la supervivencia de las postlarvas de *Penaeus vannamei*, con valores de F y p que indican diferencias entre los tratamientos en términos de crecimiento y supervivencia. Colón Velásquez López et al. (2023) también demostraron la relevancia de adaptar gradualmente las condiciones de salinidad para optimizar la

supervivencia, observación que se correlaciona con los hallazgos de este estudio en el que los cambios en salinidad afectan directamente los parámetros de rendimiento.

El estudio de Arancibia Cano & Cáceres Balmaceda (2018) evalúa métodos de flujo continuo para la aclimatación de *L. vannamei*, destacando cómo el control de parámetros fisicoquímicos afecta directamente el crecimiento y supervivencia. En este contexto, el ANOVA en el presente estudio demuestra cómo el agua de pozo presenta mejores resultados en crecimiento en peso (pelegramo), mientras que el agua de ósmosis inversa muestra una variabilidad significativa, como se refleja en valores elevados de F en el análisis de crecimiento, respaldando los beneficios de un equilibrio iónico más natural en el agua de pozo.

A su vez, estudios como el de Valle Sotomayor (2020) y Molina et al. (2019) refuerzan que la gestión adecuada de iones es esencial para lograr condiciones óptimas en el cultivo de *L. vannamei* bajo baja salinidad, coincidiendo con los hallazgos de este estudio en que las diferencias en la estabilidad iónica entre los tratamientos se correlacionan con los valores significativos de ANOVA en crecimiento y supervivencia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusión

El estudio reveló que el agua de pozo proporcionó tasas de supervivencia superiores en *Penaeus vannamei*, alcanzando hasta un 75% en estadios avanzados, en comparación con el 65% obtenido con agua de ósmosis inversa. En cuanto a la calidad del agua, los análisis físico-químicos y el balance de iones indicaron que el agua de pozo ofreció un entorno más estable, especialmente en términos de alcalinidad y concentraciones de calcio, potasio y magnesio, factores esenciales para la homeostasis de los camarones en condiciones de baja salinidad. Desde el punto de vista microbiológico, el tratamiento con agua de ósmosis inversa resultó ser más eficiente en la reducción de la carga bacteriana, lo que podría disminuir la incidencia de enfermedades y mejorar la viabilidad del cultivo.

Sin embargo, aunque el agua de ósmosis inversa mostró ventajas en el control microbiológico, se observó que la suplementación de iones como calcio y magnesio en este tipo de agua sería crucial para optimizar la osmorregulación y mejorar las tasas de supervivencia de las postlarvas. De este modo, una estrategia híbrida que combine los beneficios del agua de pozo, en términos de estabilidad iónica, con los beneficios del agua de ósmosis inversa en el control microbiológico podría ser más efectiva para maximizar la eficiencia productiva en acuicultura. Este enfoque permitiría no solo mantener niveles adecuados de salinidad, sino también asegurar un entorno adecuado para la osmorregulación, reduciendo el estrés osmótico y mejorando la salud y crecimiento de los camarones.

Recomendaciones

Con la aplicación del agua de ósmosis inversa, se debe ajustar los niveles de iones en el agua tratada para mejorar la estabilidad durante la aclimatación y reducir el estrés osmótico en las postlarvas. Se recomienda la suplementación de iones esenciales como calcio y magnesio para optimizar la osmorregulación y aumentar la tasa de supervivencia.

El manejo del agua de pozo, aunque favorece la supervivencia, es necesario mejorar el control microbiológico en las primeras etapas para reducir los riesgos de infecciones bacterianas. Se recomienda implementar protocolos de tratamiento y desinfección del agua, así como el uso de medios microbiológicos para el monitoreo continuo de la carga bacteriana.

Se recomienda un monitoreo constante de los parámetros físico-químicos y microbiológicos para optimizar el entorno acuático y asegurar condiciones óptimas durante la aclimatación. Específicamente, se sugiere un monitoreo cada 6 horas de parámetros clave como pH, alcalinidad, niveles de amonio y temperatura, especialmente durante las primeras 48 horas de aclimatación.

Para mejorar los resultados en sistemas de acuicultura, es fundamental seleccionar el tipo de agua en función del objetivo principal del cultivo. Si el enfoque es maximizar la supervivencia, se recomienda utilizar agua de pozo. Por otro lado, si el objetivo es potenciar el crecimiento de los organismos, el uso de agua de ósmosis inversa sería más adecuado.

Se recomienda un enfoque híbrido que combine agua de ósmosis inversa acondicionada con iones esenciales y agua de pozo, optimizando la supervivencia y el crecimiento de las postlarvas según las necesidades del cultivo. Esta estrategia híbrida podría combinar lo mejor de ambos tipos de agua, mejorando tanto el control microbiológico como la estabilidad iónica, lo que favorecería una aclimatación más eficiente.

Esta investigación aporta valiosa información para mejorar las prácticas acuícolas y optimizar la supervivencia y el crecimiento de *Penaeus vannamei* bajo condiciones controladas de baja salinidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ruales Carpio, A. F. (2012). *Evaluación del rendimiento del camarón (Litopenaeus vannamei) en cautiverio a través de un sistema de producción tradicional y un sistema de producción con aireadores de paletas* [Trabajo de titulación, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. Repositorio Digital UCSG. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/991>

Cabanillas-Ramos, J. A., Lares-Villa, F., Ibarra-Gámez, J. C., Gonzalez-Galaviz, J. R., Magallón-Barajas, F. J., & Hernández, R. C. (2024). Origen de las enfermedades emergentes de las especies *Penaeus stylirostris* y *Penaeus vannamei* nativas de la Región Norte del Pacífico Oriental Tropical en el periodo 1973-2023. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 20(3), 67-102. <https://revista.itson.edu.mx/index.php/rln/article/view/347>.

Urresta Albán, P. X. (2017). *Evaluación de 2 probióticos comerciales como controladores de patógenos en tanques de larvas de camarón blanco Litopenaeus vannamei* [Trabajo de titulación, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. Repositorio Digital UCSG. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/7712>

Vidal-Martínez, V. M., Olvera-Novoa, M. A., Morales, V., Cuéllar-Anjel, J., Riofrío, A., Morales, R., Chávez, M. C., García, O., Montoya, L., & Barato, P. (2017). *Manual de buenas prácticas de manejo para la piscicultura en agua dulce* (p. 145). OIRSA-OSPESCA. https://utm.edu.ec/fcv/acuicultura/images/acuicultura/pdf_revistas/Manual_d_e_buenas_practicas_de_manejo_para_la_acuicultura_de_agua_dulce.pdf

Bello Flores, R. C. (2014). *Efecto de la aclimatación prolongada sobre el crecimiento de post-larvas de laboratorio de Litopenaeus vannamei, a salinidad baja (5‰)* [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León]. Repositorio Institucional UNAN-León. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/3434>

Castillo-Herrera, S., Barrezueta-Unda, S., & Arvito-Quituisaca, J. (2019). Evaluación de la calidad de aguas subterráneas de la parroquia La Peaña, provincia El Oro, Ecuador. *Revista Ciencia Unemi*, 12(31), 64-73.

Acciona. (2020). Desalinización del agua: *Convertir el agua de mar o agua salobre en agua potable*. <https://www.acciona.com/es/tratamiento-de-agua/desalacion/#:~:text>

Velásquez López, Patricio Colón, Solorzano Reyes, Juana Fulvia, Ochoa Pereira, Patricia Migdalia, Solano Motoche, Galo Wilfrido, Quizhpe Cordero, Patricio, & Guillen Añasco, Roy Manuel. (2023). Caracterización de la calidad del agua durante el cultivo del camarón *Litopenaeus vannamei* con agua dulce en el Sur del Ecuador. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 10(2), 74-87. Epub 01 de octubre de 2023. <https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2023.100200074>

Rodrigues, A.B., Pinheiro, I.C., Nonato, T.C., Ferenhof, E.A., & Sens, M.L. (2023). Valorización de concentrado de ósmosis inversa en la producción de *Litopenaeus vannamei* y espinaca de Nueva Zelanda en un sistema acuapónico. *Revista Electrónica SSRN*.

Varela Mejías, A. (2021). Volumen de agua disponible para el desove de hembras del camarón marino *Penaeus vannamei*. *AquaTechnica: Revista Iberoamericana de Acuicultura*.

Bueno Calderon, J. S. & Vanegas Manrique, X. P. (2024). Evaluación del sistema de tratamiento de agua potable en la vereda Sonora del municipio de Nilo-Cundinamarca. unipiloto.edu.co

ElSeadawy, A. S. H. M. (2023). *Evaluating various management strategies of biofloc systems and understanding the physiological basis behind the thermal tolerance of Pacific white shrimp, Litopenaeus vannamei in low salinity waters* (Tesis doctoral). Auburn University, Auburn, Alabama.

Valencia-Castañeda, G., Frías-Espericueta, M. G., Vanegas-Pérez, R. C., Chávez-Sánchez, M. C., & Páez-Osuna, F. (2019). *Toxicity of ammonia, nitrite and nitrate to Litopenaeus vannamei juveniles in low-salinity water in single and ternary exposure experiments and their environmental implications*. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 70, 103193. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2019.05.002>

Godínez-Siordia, D. E., Chávez-Sánchez, M. C., & Gómez-Jiménez, S. (2011). *Acuicultura epicontinental del camarón blanco del Pacífico, Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(1), 55-62. Universidad

Autónoma de Yucatán. Disponible en:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93915703004>

Hernández, D. P., Abdelrahman, H. A., Galkanda-Arachchige, H. S. C., Kelly, A. M., Butts, I. A. E., Davis, D. A., & Beck, B. H. (2023). Evaluación de la concentración acuosa de magnesio en el rendimiento del camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) cultivado en agua de baja salinidad del oeste de Alabama, EE. UU. *Aquaculture*, 565, 739133. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.739133>

Boyd, C. E., Thunjai, T., & Boonyaratpalin, M. (2002, June). Dissolved salts in water for inland, low-salinity shrimp culture. *Global Aquaculture Advocate*. Retrieved from <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/dissolved-salts-in-water-for-inland-low-salinity-shrimp-culture/>

Roy, L. A., Davis, D. A., Saoud, I. P., Boyd, C. A., Pine, H. J., & Boyd, C. E. (2010). Shrimp culture in inland low salinity waters. *Reviews in Aquaculture*, 2(3), 191-208. <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2010.01036.x>

Galkanda-Arachchige, H. S. C., Stein, H. H., & Davis, D. A. (2021). Soybean meal sourced from Argentina, Brazil, China, India, and USA as an ingredient in practical diets for Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*, 27(3), 820-833. <https://doi.org/10.1111/anu.13251>

Cámara Nacional de Acuicultura. (2017). El camarón se convierte en el primer producto de exportación no petrolera del país. *Cámara Nacional de Acuicultura*. Retrieved from <https://www.cna-ecuador.com/noticias/el-camaron-se-convierte-en-el-primer-producto-de-exportacion-no-petrolera-del-pais>

Balbi, F., Rosas, J., Velásquez, A., Cabrera, T., & Maneiro, C. (2005). Aclimatación a baja salinidad de postlarvas del camarón marino *Litopenaeus vannamei* (Boone) provenientes de dos criaderos comerciales. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 40(2), 109-115.

HANNA® instruments. (2021, January 15). ¿Por qué medir el pH, oxígeno disuelto y nitrógeno en la acuicultura? *HANNA® instruments*. Retrieved from <https://www.hannainst.com/analisis-de-agua-acuicultura>

Carvajal Toral, L. (2018, March 7). Aclimatización de PLs en camaronera. *Balanceados Nova S.A. Balnova*. Retrieved from <https://www.aqtinfo.com/2016/11/acclimating-shrimp-postlarvae-before.html>

Ochoa López, P. A., & Mina Bayas, L. A. (2023). *Análisis breve sobre el impacto del precio del camarón en exportaciones del Ecuador periodo 2018-2022*. South Florida Journal of Development, 4(7), 2800-2812. <https://doi.org/10.46932/sfjdv4n7-019>

Lema Navarro, J. P. (2023). *Relación entre calidad de agua y amonio tóxico en un periodo de producción del cultivo de camarón Litopenaeus vannamei en Santa Elena-Santa Elena* (Trabajo de Integración Curricular, Universidad Estatal Península de Santa Elena). Universidad Estatal Península de Santa Elena. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/10101>

González Serrano, G. M. (2022). *Análisis del crecimiento de larvas de camarón Litopenaeus vannamei en el laboratorio LARVALABSO, Mar Bravo – Ecuador* [Tesis de licenciatura, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio Universidad Estatal Península de Santa Elena. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8075>

El-Sayed, AM (2021). Uso de la tecnología de biofloc en la acuicultura del camarón: una revisión exhaustiva, con énfasis en la última década. *Reviews in Aquaculture* , 13 (1), 676–705. <https://doi.org/10.1111/raq.12494>

Molinos Champion. (2019). La aclimatación en postlarvas de camarón. *Campeón de Molinos*. <https://molinoschampion.com/la-aclimatacion-en-postlarvas-de-camaron/>

Prasertsri, S., Limsuwan, C., & Churchird, N. (2014). El efecto de una infección con microsporidios sobre el crecimiento del camarón *Litopenaeus vannamei* . *AQUA cultura*, 44-47.

Saoud, I. P., Davis, D. A., & Rouse, D. B. (2003). Estudios de idoneidad de aguas continentales de pozos para el cultivo de *Litopenaeus vannamei*. *Acuicultura*, 217(1–4), 373-383. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00418-0](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00418-0)

Duarte, J. (2002). Recambio de agua preventivo para evitar la depleción de oxígeno en granjas semi-intensivas de camarón al noreste de Venezuela. *en VI Congreso Venezolano de Acuicultura. Memorias* (pp. 165-176). UNET, 09 - 11 de octubre de 2002, San Cristóbal, Venezuela.

- Rivera, H. (2018). Análisis de oferta y demanda del camarón en la provincia de El Oro y Ecuador en los últimos ocho años. UTMACH, 41. Obtenido de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12221/1/DE00006_EXAMEN_COMPLEXIVO.pdf
- Salame, M. J., & Salame, A. E. (2002). *Cultivo de camarón continental en Ecuador*. Global Aquaculture Advocate. Retrieved from <https://www.globalseafood.org/advocate/cultivo-de-camaron-continental-en-ecuador/>
- Quimis Puga, K. L., & Rodríguez Vera, H. S. (2019). *Calidad de agua en un sistema intensivo de cultivo de camarón blanco Penaeus vannamei en condiciones de baja salinidad* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. ESPOL Repositorio. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51424>
- McGraw, W. J., & Scarpa, J. (2003). Minimum environmental potassium for survival of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) in freshwater. *Journal of Shellfish Research*, 22, 263–267.
- Ramamoorthy, S., Muralidhar, M., Das, S., Kumararaja, P., Suvana, S., Lalitha, N., Katneni, V. K., & Nagavel, A. (2019). Cambios en la calidad del suelo y del agua en la interfaz sedimento-agua del estanque de cultivo de *Penaeus vannamei* a diferentes salinidades. *Aquaculture Research*, 50(5), 13984. <https://doi.org/10.1111/are.13984>
- Saraswathy, R., Muralidhar, M., Balasubramanian, C.P., Rajesh, R., Sukumaran, S., Kumararaja, P., Dayal, J.S., Avunje, S., Nagavel, A., & Vijayan, K.K. (2020). Regulación osmo-iónica en camarones de patas blancas, *Penaeus vannamei*, expuestos a las bajas salinidades inducidas por el cambio climático. *Investigación en Acuicultura*.
- Velastegui, J., & Torres, G. (2023). Diagnóstico de la maricultura en Ecuador: oportunidades y desafíos [Diagnosis of mariculture in Ecuador: opportunities and challenges]. *Revista o nombre de la publicación*, páginas 134-155. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8411400>
- FAO. (2009). *Penaeus vannamei*. En *Cultured aquatic species fact sheets*. Texto de Briggs, M. Editado y compilado por Valerio Crespi y Michael New. CD-ROM (multilingua). <https://doi.org/10.5281/zenodo.8411400>
- García Sánchez, S., Juárez Agis, A., Salomé, B. O., Rivas González, M., & Zeferino Torres, J. (2018). Variables fisicoquímicas ambientales que inciden en el cultivo de

camarón *Litopenaeus vannamei*, en Coyuca de Benítez, Guerrero, México. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 5(2), 135-155. ISSN: 2007-9559

Zhao, A. (2022). Ecuador -- el gran país del cultivo de *Penaeus vannamei*. <https://ejemplo.com/articulo>

Boyd, C. (2001). Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón. *Aquacultures*, 24-25.

García, S. J. (2018). *Variables físicoquímicas ambientales que inciden en el cultivo de camarón Litopenaeus vannamei, en Coyuca de Benítez, Guerrero, México. Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 5(2). 21- 3.

Salazar, V. (2017). *Cultivo Intensivo de Camarón Blanco Litopenaeus vannamei en sistemas cerrados de recirculación. Guayaquil, Guayas, Ecuador.*

Mayarí, R., Macías, E. M. R., Ruiz, M. & Espinosa, M. C. (2000). Determinación de oxígeno disuelto en aguas salinas aplicando modelos matemáticos y como sensor electrodo de membrana. *Tecnología del agua*, (197), 52-65. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=82152>

Vinatea, L. (2014). Capacidad de carga en el cultivo de camarón. En M. Velarde, S. Stanislaus, & J. Camposano (Edits.), *Libro de resúmenes XVI CONGRESO ECUATORIANO DE ACUICULTURA Y AQUAEXPO* (págs. 22-23). Guayaquil: Cámara Nacional de Acuicultura.

Carrillo, P. (2013). Comportamiento del oxígeno disuelto en la columna de agua de las estaciones fijas ecuatorianas 1988-2013. *Acta oceanográfica del pacífico*, 113 18(1),41-48. https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas_oceanograficas/acta_18/OCE1801_4.pdf

Moraga. (2015). *Salinidad y temperatura óptimas para reproducción ovípara y desarrollo de Artemia franciscana. Scielo.*

Martínez, E. & Herrera, C. (2012). *Folleto Guía para el componente curricular calidad de agua en estanques acuícolas. UNAN-León, Nicaragua, 1-28*

Mendoza, J. R. & Rodríguez, J. S. (2020). *Monitoreo de los parámetros de temperatura y pH para evaluar su efecto en la producción de camarón blanco (Litopenaeus vannamei Boone, 1931) en San Luis La Herradura, La Paz [Tesis de pregrado,*

Universidad de El Salvador]. Repositorio Institucional.
<https://core.ac.uk/download/pdf/355870934.pdf>

Kubitz, F. (2017). El parámetro de calidad del agua a menudo ignorado: pH. *Global Aquaculture Advocate*. <https://www.globalseafood.org/advocate/el-parametro-de-calidad-del-agua-a-menudo-ignorado-ph/>

Miranda, I., Valles, J. L., Sánchez, R. & Álvarez, Z. (2010). Cultivo del camarón marino *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) en agua dulce. *Revista Científica*, 20(4),339-346. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S079822592010000400002

Sacasqui, M. (2017). *Control avanzado sobre un sistema de aireación durante el cultivo de langostinos (Litopenaeus vannamei), usando modelos matemáticos para la predicción de oxígeno disuelto en acuicultura* [Tesis de Máster, Universidad de Piura]. Repositorio institucional Piura.

Balda Mendoza, P. C., & Menéndez, R. (2002). *Estudio del cultivo del Litopenaeus vannamei con agua dulce proveniente de acuíferos, en la zona de Churute* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio DSpace ESPOL. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/4667>

ASDAGI. (2023, 7 de diciembre). *¿Por qué debería utilizar agua de ósmosis inversa para su acuario?* ASDAGI. <https://www.asdagi.com/blog/agua-de-osmosis-inversa-acuarios>

Rodríguez, M. A., & Fran_lm. (2013). *Como utilizar agua de ósmosis en acuarios y qué es*. Manual de Acuario. <https://www.manualdeacuuario.com/como-utilizar-agua-de-osmosis-en-acuarios>

Chunjian. (2024, 18 de septiembre). *El proceso de desalinización de agua de mar por ósmosis inversa*. RO Agua. <http://www.roagua.com>

Hanna. (2021). *Medición de alcalinidad en tratamiento de aguas para acuicultura*. Hanna Instruments. <https://www.hannainstruments.com/blog/medicion-de-alcalinidad-en-tratamiento-de-aguas>

Toro Proaño, W. D. (2022). *Influencia del pH sobre los parámetros abióticos en estanques de cultivo de camarón blanco del Pacífico (Litopenaeus vannamei)* [Examen

complejivo, Universidad Técnica de Machala]. Repositorio Digital UTMACH.
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/18558>

Ulloa, T. R. (2015). *El efecto de dos porcentajes de recirculación de agua en el cultivo de camarón (Litopenaeus vannamei)*. Tesis Ing. Machala. Ecuador. 74 p.

Biao, X., Zhuhong, D., & Xiaorong, W. (2004). Impact of the intensive shrimp farming on the water quality of the adjacent coastal creeks from Eastern China. *Marine Pollution Bulletin*, 48(5-6), 543-553. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2003.10.006>Celi

Ching, C. (2014). *Manejo del cultivo de camarón en agua de baja salinidad*. Nicovita

Frías, M., & Páez, F. (2001). Toxicidad de los compuestos del nitrógeno en camarones. *Camaronicultura y Medio Ambiente*, 253–276.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/are.13069>

Rivera, R. (2011). Amoníaco en estanques de producción. Ecuaquimica.

Thompson F.L., Iida T. y Swings J. (2004). *Biodiversity of Vibrios*. Microbiology and Molecular Biology Reviews 68: 403–431.

Aguilera-Rivera D., Prieto-Davó A., Escalante K., Chávez C., Cuzone G. y Gaxiola G. (2014). Probiotic effect of FLOC on *Vibrios in the pacific white shrimp Litopenaeus Vannamei*. *Aquaculture* 424-425: 215-219

Vieira, R. D. F., Lima, A. D. S., de Menezes, F. G. R., Costa, R. A., de Sousa, O. V., y Barreto, N. S. E. (2009). Vibrioses on farmed shrimps. *Arquivos de Ciências do Mar (Brazil)*.

Massart, D. (1997). *Análisis de varianza (ANOVA)*. [Entrada de blog]. Recuperado de <https://ejemplo.com>

Hernández Gómez, P. (2021). *Evaluar diferentes concentraciones de bicarbonatos en solución nutritiva sobre el cultivo de lechuga Orejona cv. Lulú* [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].

Ramirez, I. (2024). *Larvia* (Versión 3.0.2) [Aplicación móvil]. App Store

Arzola, G. J., Flores, C. L., Izabal, C. A., & Gutiérrez, R. Y. (2008). Crecimiento de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en un estanque rústico de baja salinidad. *Revista Aquatic*, 28, 8-15.

Palacios, E., & Racotta, I. S. (2007). Salinity stress test and its relation to future performance and different physiological responses in shrimp postlarvae. *Aquaculture*, 233, 123-135.

Alvarez, A. L., Racotta, I. S., Arjona, O., & Palacios, E. (2004). Salinity stress test as a predictor of survival during growout in Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture*, 237, 237-249.

Saúl. (2019). *Las pseudomonas y su impacto en la cría de camarones*. Molinos Champion. <https://www.mochasa.com.ec/blog/pseudomonas-impacto-cria-camarones>

Lozano Olvera, R., Marrujo López, F. I., & Abad Rosales, S. M. (2012). Necrosis cuticular en camarón *Litopenaeus vannamei* asociada a *Fusarium* sp. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 13(7). Málaga, España.

Bernal, F., Yangüés, L., de Von Chong, M., & Ashaw Muñoz, M. I. (2021). Hongos patógenos en la producción de camarón marino, *Litopenaeus vannamei* (Boone), Panamá. *Tecnociencia*, 23(1). Universidad de Panamá, Panamá. <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/224/2241861021/index.htm>

Estamática. (2020). *Tabla ANOVA de comparación de medias con SPSS*. <https://www.estamatica.com/>

Acuimpo S.A. (Enero de 2020). *Cloruro de magnesio*. Fichas técnicas: https://www.acuimpo.com/wp-content/uploads/2020/01/ACMG_Ficha_Tecnica_Acuimpo_08_01_20.pdf

Briceño, S. (18 de Diciembre de 2020). *Relevancia del balance iónico para la cría de camarones*. Que es el balance ionico: <https://www.molinoschampion.com/relevancia-del-balance-ionico-para-la-cria> de camarones/#:~:text=El%20balance%20i%C3%B3nico%20es%20el,en%20las%20piscinas%20de%20engorde.

Boyd, C. (02 de Abril de 2018). Revisando el desequilibrio iónico en el cultivo de camarón a baja salinidad. *Global Aquaculture Advocate*. Seafood Alliance:

<https://www.globalseafood.org/advocate/revisando-el-desequilibrio-ionico-en-el-cultivo-de-camaron-a-baja-salinidad/>

Carvajal Toral, L. (2017). *Rol de los iones Na⁺, K⁺ y Cl⁻ en el camarón*. ADM: <https://www.balnova.com/rol-de-los-iones-na%E2%81%BA-y-cl%C2%AF-en-el-camaron/>

Molina, C., & al, e. (2020). *Mejora de la Eficiencia en Alimentos Iniciadores para Camarones*. Retrieved from AquaFeed: <https://aquafeed.co/entrada/mejora-de-la-eficiencia-en-alimentos-iniciadores-para-camarones-22986>

Quezada, D. U. (2022). *Una revisión de la calidad de agua del cultivo de camarón blanco (Litopenaeus vannamei) a baja salinidad* (Examen Complexivo). Universidad Técnica de Machala, Facultad de Ciencias Agropecuarias. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/20138>

Ferrer-Chujutalli, K., Sernaqué-Jacinto, J., & Reyes-Avalos, W. (2024). Temperatura óptima y tolerancia térmica de las postlarvas del camarón de agua dulce *Cryphiops (Cryphiops) caementarius* aclimatadas a diferentes temperaturas. *Heliyon*, 10.

Nunes AJP, Velásquez-López C. Low-salinity, inland shrimp culture in Brazil and Ecuador [Internet]. Global Seafood Alliance. 2023 [cited 3 May 2023]. Retrieved from: <https://www.globalseafood.org/advocate/low-salinity-inland-shrimp-culture-in-brazil-and-ecuador/>

Gastelú, J. C. (2012). El cultivo del camarón de agua dulce en Perú - Hatchery. *AquaTIC*, (37), 42-44. Universidad de Zaragoza. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49425906007>

Valenzuela-Quiñónez, W., Esparza-Leal, H. M., Nava-Pérez, E., & Rodríguez Quiroz, G. (2012). *El cultivo de camarón en agua de baja salinidad con alimento a base de harina de lombriz*. *Ra Ximhai*, 8(3), 131-136.

Arancibia Cano, E. I., & Cáceres Balmaceda, D. J. (2018). *Comparación del ritmo de crecimiento del Litopenaeus vannamei y las fluctuaciones de los parámetros físicos, químicos y biológicos de los estanques 1 y 2 de la granja camaronera Playa Hermosa, en el periodo comprendido de abril a junio de 2017* [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León.

- Arzola, J. G., Piña, P. V., Nieves, M. S., & Medina, M. J. (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>
- Torres, F., & Salazar, L. (2017). Efectos del agua de pozo en la biomasa y crecimiento de larvas de *Penaeus vannamei*. *Latin American Aquaculture Journal*, 14(1), 58-65
- Wang, Z., Qu, Y., Yan, M., Li, J., Zou, J., & Fan, L. (2020). *Physiological responses of Pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei) to temperature fluctuation in low-salinity water. Frontiers in Physiology.* <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01507>
- Boyd, C. E. (2019). Salinidad en la acuicultura, Parte 1. *Responsible Seafood Advocate*. Recuperado de <https://www.globalseafood.org/>
- Molina, C., Espinoza, M., & Chuya, N. (2019, julio 29). Mejora de la capacidad osmorreguladora del camarón blanco del Pacífico cultivado en baja salinidad. *Global Seafood Alliance*. <https://www.globalseafood.org/advocate/mejora-de-la-capacidad-osmorreguladora-del-camaron-blanco-del-pacifico-cultivado-en-baja-salinidad>.
- Valenzuela Madrigal, I. E., Valenzuela Quiñónez, W., Esparza Leal, H. M., Rodríguez Quiroz, G., & Aragón Noriega, E. A. (2019). Efecto de la composición iónica sobre el crecimiento y la supervivencia de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* cultivado en agua de pozo de baja salinidad. *Revista De Biología Marina Y Oceanografía*, 52(1), 103–112. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572017000100008>
- Jorge Puentes, A., Maceo Ramos, Y. C., Estrada Prado, W., & Álvarez Hidalgo, J. (2023). Supervivencia del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en relación con los parámetros de calidad del agua. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 52(1), 103-112.
- Galkanda-Arachchige, H. S. C., Roy, L. A., & Davis, D. A. (2020). Los efectos de la concentración de magnesio en agua de baja salinidad sobre el crecimiento del camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture Research*, 42(6), 1234-1243. <https://doi.org/10.1111/are.14916>
- Vera Holguín, C. E., & Mendoza Campos, J. de 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* [Tesis de pregrado, Escuela Superior

Politécnica del Litoral]. Repositorio Institucional de la ESPOL.
<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51448>

Briceño, S. (2021) ¿Cómo influye la salinidad en el cultivo de camarones? Molinoschampion. <https://www.molinoschampion.com/...o-de-camarones/>

Escobar Gil, C., Pachamoro Leytón, M., & Reyes Avalos, W. (2017). SUPERVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE MACHOS ADULTOS DEL CAMARÓN DE RÍO *Cryphiops caementarius* Molina, 1782 (CRUSTACEA, PALAEMONIDAE) EXPUESTOS A SALINIDADES. *Ecología Aplicada*, 16(2), 75-82.
<https://doi.org/10.21704/rea.v16i2.1010>

Chand, B. K., Trivedi, R. K., Dubey, S. K., Rout, S. K., Beg, M. M., & Das, U. K. (2015). Effect of salinity on survival and growth of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Aquaculture Reports*, 2, 26-33.
<https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2015.03.005>

Valencia-Castañeda G, Frías-Espericueta MG, Vanegas-Pérez RC, Chávez-Sánchez MC, Páez-Osuna F. (2020) Physiological changes in the hemolymph of juvenile shrimp *Litopenaeus vannamei* to sublethal nitrite and nitrate stress in low-salinity waters. *Environ Toxicol Pharmacol*. 2020 Nov;80:103472. doi: 10.1016/j.etap.2020.103472. Epub 2020 Aug 18. PMID: 32822850

Perez-Velazquez, M., Davis, DA, Roy, LA , & González-Félix, ML (2012). Efectos de la temperatura del agua y la relación Na + : K + en los parámetros fisiológicos y productivos de *Litopenaeus vannamei* criados en aguas de baja salinidad . *Aquaculture* , 342-343 (1), 13-17. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.02.008>

Aguirre Celi, D. I. ., Maridueña Arroyave, M. R. ., Ching, C. ., & Pérez Perdom, O. . (2019). Métodos de producción en el cultivo intensivo de camarón blanco (*litopenaeus vannamei*) en baja salinidad, una opción para familias emprendedoras. *Revista Científica Ciencia Y Tecnología*, 19(23). <https://doi.org/10.47189/rcct.v19i23.256>

Gutiérrez-Salazar, Gilberto J., Galaviz -Silva, Lucio, Guzmán- Sáenz, Francisco M., Hernández -Acosta, Mario, & Roy, Luke A.. (2015). Enteritis Hemocítica en *Litopenaeus vannamei* (Crustácea Decápoda) en cultivo de baja salinidad en Tamaulipas, México. *Hidrobiológica*, 25(1), 139-145. Recuperado en 17 de septiembre

de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972015000100014&lng=es&tlng=es.

Ceballos, J., Cabrera-Machado, J. E., & Vega-Villasante, F. (2012). Cultivo tierra adentro de camarón marino *Litopenaeus vannamei*: evaluación del agua de dos granjas acuícolas en Cuba. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 13(6), 1-17.

Abdelrahman, H., Abebe, A., & Boyd, C. (2019). Influence of variation in water temperature on survival, growth and yield of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* in inland ponds for low-salinity culture. Aquaculture Research, 658–672. <https://doi.org/10.1111/are.13943>

Valle Sotomayor, C. A. (2020). *Evaluación de dos concentraciones de salinidad para la producción del camarón blanco (Litopenaeus vannamei) en piscinas de agua dulce, cantón Arenillas, provincia de El Oro*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/15500>

Araneda, M., Gasca-Leyva, E., Vela, M. A., & Domínguez-May, R. (2020). Effects of temperature and stocking density on intensive culture of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in freshwater. Journal of Thermal Biology, 94, 102756. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102756>

Boyd, C. (2018). Revisando el desequilibrio iónico en el cultivo de camarón a baja salinidad. Global Seafood Advocate. <https://www.globalseafood.org/advocate/revisando-eldesequilibrio-ionico-en-el-cultivo-de-camaron-a-baja-salinidad/>

Ramírez-Rochín, J., Frías-Espericueta, M. G., Fierro-Sañudo, J. F., Alarcón-Silvas, S. G., Fregoso-López, M. G., & Páez-Osuna, F. (2017). *Acute toxicity of nitrite on white shrimp Litopenaeus vannamei (Boone) juveniles in low-salinity water*. Aquaculture Research, 48(5), 2337–2343. <https://doi.org/10.1111/are.13069>

Roque Salinas, M., Canales Machado, M., Cáceres Quiroz, O., Flores Romero, J., Cea Navas, N., & Hernández Dimas, V. (2020). *Comparación del crecimiento del camarón blanco en dos condiciones de estudio, salinidad óptima y salinidad cercana a cero*. Ciencia E Interculturalidad, 26(1), 132-147. <https://doi.org/10.5377/rci.v26i01.9890>.

Zacarias, S., Schweitzer, R., Arantes, R., Galasso, H., Pinheiro, I., & Espirito Santo, C. (2018). *Efecto de diferentes concentraciones de potasio y magnesio sobre el*

rendimiento de postlarvas de Litopenaeus vannamei criadas en agua de baja salinidad y un sistema de biofloc. Revista de Acuicultura Aplicada, 31(1), 85-96.
<https://doi.org/10.1080/10454438.2018.1536009>

Maicá, P. F., de Borba, M. R., Martins, T. G., & Wasielesky Junior, W. (2017). *Effect of salinity on performance and body composition of Pacific white shrimp juveniles reared in a super-intensive system.* Instituto de Oceanografia, Estação Marinha de Aquicultura, Universidade Federal do Rio Grande.

Arredondo-Figueroa, J. L., & Ponce-Palafox, J. T. (1998). *Calidad del agua en acuicultura: conceptos y aplicaciones.* Editor de AGT, S.A. México, D.F.

Boyd, C. E., & Thunjai, T. (2003). Concentraciones de iones principales en el agua de las granjas camaroneras continentales en China, Ecuador, Tailandia y Estados Unidos. *Revista Mundial de Acuicultura Sociedad*, 34(4), 524-532.

Tamayo, A. M. (1998). Camarón blanco en agua dulce: una nueva opción. En *II Simposio Internacional de Acuicultura* (pp. 206-212). Mazatlán, Sinaloa, México

Robertson, L., Samocha, T., Gregg, K., & Lawrence, A. (1992). Post-guardería: Crecimiento potencial de *Penaeus vannamei* en un sistema intensivo de canalización. *Ciencias Marinas*, 18(4), 47-56.

ANEXOS

Anexo 1. Selección de postlarvas en bases de producción

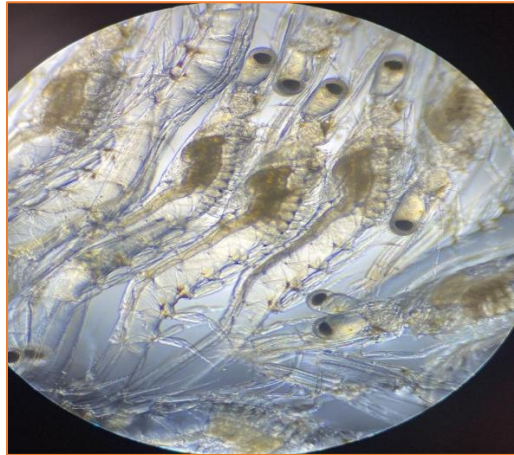


Figura 3 *Penaeus vannamei*



Figura 4 Revisión de postlarvas



Figura 5 Sala de producción base 8



Figura 6 Selección de tanques



Figura 7 Base de producción 10



Figura 8 Análisis de actividad de PI

Anexo 2. Sistema de plantas de osmosis, filtración y bombas



Figura 9 Estaciones de bombas



Figura 10 Estación de planta desalinizadora



Figura 11 Descarga de agua de Pozo



Figura 12 Paso de filtración de agua de pozo



Figura 13 Planta de osmosis inversa 1



Figura 14 Reservorio de Agua Pozo

Anexo 3. Proceso de aclimatación de postlarvas



Figura 15 Preparación de tinas

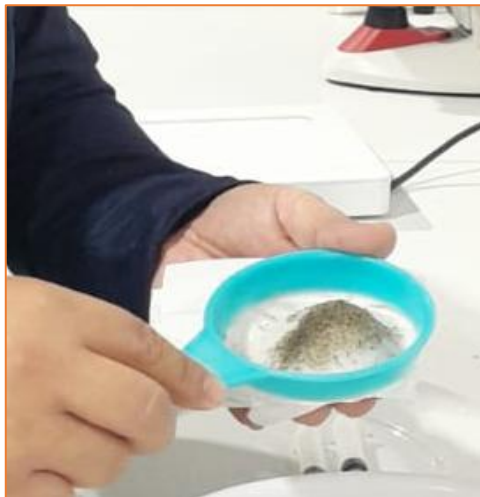


Figura 16 Selección de biomasa



Figura 17 Traslado de Postlarvas a las tinas



Figura 18 Ensayos de aclimatación



Figura 19 Filtros para bajar nivel



Figura 20 Aplicación de agua dulce

Anexo 4. Revisión y análisis de aclimatación de Postlarvas

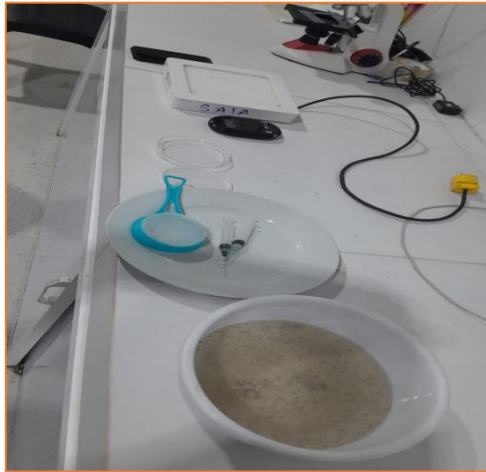


Figura 21 Material para revisión de postlarvas



Figura 22 Análisis de pelegamo diario



Figura 23 Análisis de crecimiento manual



Figura 24 Observación en el microscopio



Figura 25 Análisis de crecimiento manual



Figura 26 Toma de parámetros

Anexo 5. Análisis de muestras en el departamento de microbiología



Figura 27 Departamento de microbiología-Almar



Figura 28 Espectrofotómetro de laboratorio



Figura 29 Recolección de muestras



Figura 30 Traslado de muestras al laboratorio



Figura 31 Kit de materiales de balance de iones



Figura 32 Análisis de balance de iones

Anexo 6. Análisis de muestras en el departamento de microbiología



Figura 33 Preparación de material microbiológico



Figura 34 Inoculación en el medio



Figura 35 Barrido de placa

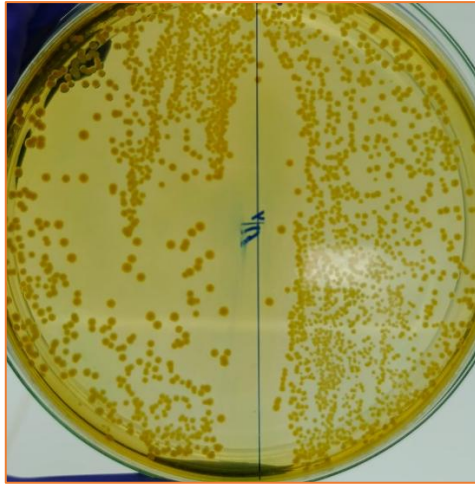


Figura 36 Crecimiento de colonias

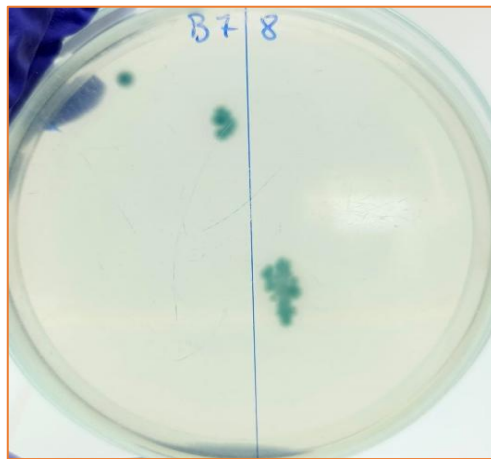


Figura 37 Colonias de Pseudomonas



Figura 38 Colonias de Hongos

Tabla 18 Base de datos de osmosis inversa primer ensayo

Tratamiento	Estadio	Plgr	Biomasa	Larvas/Litros	Volumen Agua litros	Cantidad	% Supervivencia	% de recambios	Hora recambios	Salinidad	Temperatura	Ox	Saturacion %
Agua Ósmosis Inversa	5	545	27 gr	190	800 Lt	153.440	100%	50%	7:00	17,40	31,06	5.7	80
Agua Ósmosis Inversa	5	546	27 gr	190	800 Lt	147.420	100%	50%	7:00	17,00	30,59	5.8	80
Agua Ósmosis Inversa	5	544	28 gr	190	800 Lt	152.320	100%	50%	7:00	17,30	30,07	5.9	80
Agua Ósmosis Inversa	6	481	30 gr	184	800 Lt	144.300	94%	50%	7:00	9,24	27,24	5.4	80
Agua Ósmosis Inversa	6	478	30 gr	184	800 Lt	143.400	94%	50%	7:00	9,07	26,94	5.2	80
Agua Ósmosis Inversa	6	481	30 gr	184	800 Lt	144.300	94%	50%	7:00	9,07	26,68	5.1	80
Agua Ósmosis Inversa	7	386	34 gr	164	800 Lt	131.240	85%	50%	7:00	5,59	30,84	5,3	80
Agua Ósmosis Inversa	7	390	34 gr	164	800 Lt	132.600	87%	50%	7:00	5,32	29,81	5.7	80
Agua Ósmosis Inversa	7	392	34 gr	164	800 Lt	133.280	87%	50%	7:00	5,40	29,08	5.6	80
Agua Ósmosis Inversa	8	365	35 gr	159	800 Lt	127.750	83%	50%	7:00	4,14	26,77	5.3	80
Agua Ósmosis Inversa	8	367	36 gr	160	800 Lt	132.212	86%	50%	7:00	3,69	26,34	5.5	80
Agua Ósmosis Inversa	8	369	36 gr	160	800 Lt	132.840	86%	50%	7:00	3,79	25,91	5.7	80
Agua Ósmosis Inversa	9	283	42 gr	148	800 Lt	118.860	77%	50%	7:00	3,01	24,32	5.3	80
Agua Ósmosis Inversa	9	288	43 gr	149	800 Lt	123.840	80%	50%	7:00	2,57	24,15	5.7	80
Agua Ósmosis Inversa	9	285	44 gr	156	800 Lt	125.400	81%	50%	7:00	2,78	24,06	5.8	80
Agua Ósmosis Inversa	10	260	45 gr	146	800 Lt	117.000	77%	50%	7:00	2,77	28,44	5.7	80
Agua Ósmosis Inversa	10	255	47 gr	148	800 Lt	119.850	78%	50%	7:00	2,58	28,87	5.4	80
Agua Ósmosis Inversa	10	257	46 gr	148	800 Lt	118.220	77%	50%	7:00	2,69	28,95	5.4	80
Agua Ósmosis Inversa	11	215	50 gr	133	800 Lt	107.500	70%	50%	7:00	3,49	26,94	5.5	80
Agua Ósmosis Inversa	11	219	52 gr	140	800 Lt	113.880	74%	50%	7:00	2,76	26,68	5.6	80
Agua Ósmosis Inversa	11	221	52 gr	140	800 Lt	114.920	74%	50%	7:00	2,53	26,42	5.3	80
Agua Ósmosis Inversa	12	195	54 gr	131	800 Lt	105.300	68%	50%	7:00	2,51	26,42	5.4	80
Agua Ósmosis Inversa	12	188	53 gr	124	800 Lt	99.640	64%	50%	7:00	2,50	26,42	5.5	80
Agua Ósmosis Inversa	12	185	54 gr	124	800 Lt	99.990	65%	50%	7:00	2,40	26,42	5.6	80

Tabla 19 Base de datos de Agua de Pozo inversa primer ensayo

Base	Tanque	Tratamiento	Estadio	Plgr	Biomasa	Larvas/ Litros	Volumen de Agua	Cantidad	% Sobrevivencia	% de recambios	Salinidad	Hora recambios	Temperatura	Ox	Saturacion %
8	12	Agua de Pozo	5	549	28 gr	190	800 Lt	153.720	100%	50%	17,40	7:00	29,51	5.1	80
8	12	Agua de Pozo	5	558	28 gr	190	800 Lt	156.624	100%	50%	17,00	7:00	29,08	5.5	80
8	12	Agua de Pozo	5	550	28 gr	190	800 Lt	154.000	100%	50%	17,30	7:00	28,61	5.1	80
8	12	Agua de Pozo	6	465	32 gr	185	800 Lt	148.800	96%	50%	9,24	7:00	26,38	5.1	80
8	12	Agua de Pozo	6	469	32 gr	186	800 Lt	150.000	96%	50%	9,07	7:00	26,12	5.2	80
8	12	Agua de Pozo	6	464	32 gr	185	800 Lt	148.480	96%	50%	9,07	7:00	25,91	5.6	80
8	12	Agua de Pozo	7	372	36 gr	167	800 Lt	133.920	88%	50%	5,59	7:00	28,61	5.3	80
8	12	Agua de Pozo	7	369	36 gr	166	800 Lt	132.840	87%	50%	5,32	7:00	28,57	5.3	80
8	12	Agua de Pozo	7	370	36 gr	167	800 Lt	133.200	87%	50%	5,40	7:00	28,57	5.4	80
8	12	Agua de Pozo	8	329	38 gr	156	800 Lt	125.020	87%	50%	4,14	7:00	25,57	5.6	80
8	12	Agua de Pozo	8	333	38 gr	157	800 Lt	126.540	87%	50%	3,69	7:00	25,27	5.3	80
8	12	Agua de Pozo	8	330	38 gr	156	800 Lt	125.400	81%	50%	3,79	7:00	25,05	5.5	80
8	12	Agua de Pozo	9	270	45 gr	151	800 Lt	121.500	78%	50%	3,01	7:00	23,98	5.6	80
8	12	Agua de Pozo	9	276	44 gr	151	800 Lt	121.440	78%	50%	2,57	7:00	23,89	5.4	80
8	12	Agua de Pozo	9	274	44 gr	150	800 Lt	120.560	78%	50%	2,78	7:00	24,02	5.6	80
8	12	Agua de Pozo	10	233	51 gr	148	800 Lt	118.830	77%	50%	2,77	7:00	28,74	5.5	80
8	12	Agua de Pozo	10	236	51 gr	150	800 Lt	120.360	78%	50%	2,58	7:00	28,53	5.6	80
8	12	Agua de Pozo	10	238	50 gr	148	800 Lt	119.000	77%	50%	2,69	7:00	28,18	5.7	80
8	12	Agua de Pozo	11	190	62 gr	145	800 Lt	117.800	77%	50%	3,49	7:00	26,17	5.4	80
8	12	Agua de Pozo	11	188	62 gr	145	800 Lt	116.560	76%	50%	2,76	7:00	25,99	5.7	80
8	12	Agua de Pozo	11	180	64 gr	145	800 Lt	115.200	76%	50%	2,53	7:00	25,69	5.6	80
8	12	Agua de Pozo	12	167	69 gr	145	800 Lt	115.230	75%	50%	2,51	7:00	26,17	5.4	80
8	12	Agua de Pozo	12	145	80 gr	145	800 Lt	116.200	76%	50%	2,50	7:00	25,99	5.7	80
8	12	Agua de Pozo	12	130	87 gr	141	800 Lt	113.100	74%	50%	2,50	7:00	25,69	5.6	80

Tabla 20 Base de datos de Agua de Pozo inversa primer ensayo

Base	Tanque	Tratamiento	Estadio	Plgr	Biomasa	Larvas/ Litros	Volumen de Agua	Cantidad	% Sobrevivencia	% de recambios	Salinidad	Hora recambios	Temperatura	Ox	Saturacion %
8	12	Agua de Pozo	5	549	28 gr	190	800 Lt	153.720	100%	50%	17,40	7:00	29,51	5.1	80
8	12	Agua de Pozo	5	558	28 gr	190	800 Lt	156.624	100%	50%	17,00	7:00	29,08	5.5	80
8	12	Agua de Pozo	5	550	28 gr	190	800 Lt	154.000	100%	50%	17,30	7:00	28,61	5.1	80
8	12	Agua de Pozo	6	465	32 gr	185	800 Lt	148.800	96%	50%	9,24	7:00	26,38	5.1	80
8	12	Agua de Pozo	6	469	32 gr	186	800 Lt	150.000	96%	50%	9,07	7:00	26,12	5.2	80
8	12	Agua de Pozo	6	464	32 gr	185	800 Lt	148.480	96%	50%	9,07	7:00	25,91	5.6	80
8	12	Agua de Pozo	7	372	36 gr	167	800 Lt	133.920	88%	50%	5,59	7:00	28,61	5.3	80
8	12	Agua de Pozo	7	369	36 gr	166	800 Lt	132.840	87%	50%	5,32	7:00	28,57	5.3	80
8	12	Agua de Pozo	7	370	36 gr	167	800 Lt	133.200	87%	50%	5,40	7:00	28,57	5.4	80
8	12	Agua de Pozo	8	329	38 gr	156	800 Lt	125.020	87%	50%	4,14	7:00	25,57	5.6	80
8	12	Agua de Pozo	8	333	38 gr	157	800 Lt	126.540	87%	50%	3,69	7:00	25,27	5.3	80
8	12	Agua de Pozo	8	330	38 gr	156	800 Lt	125.400	81%	50%	3,79	7:00	25,05	5.5	80
8	12	Agua de Pozo	9	270	45 gr	151	800 Lt	121.500	78%	50%	3,01	7:00	23,98	5.6	80
8	12	Agua de Pozo	9	276	44 gr	151	800 Lt	121.440	78%	50%	2,57	7:00	23,89	5.4	80
8	12	Agua de Pozo	9	274	44 gr	150	800 Lt	120.560	78%	50%	2,78	7:00	24,02	5.6	80
8	12	Agua de Pozo	10	233	51 gr	148	800 Lt	118.830	77%	50%	2,77	7:00	28,74	5.5	80
8	12	Agua de Pozo	10	236	51 gr	150	800 Lt	120.360	78%	50%	2,58	7:00	28,53	5.6	80
8	12	Agua de Pozo	10	238	50 gr	148	800 Lt	119.000	77%	50%	2,69	7:00	28,18	5.7	80
8	12	Agua de Pozo	11	190	62 gr	145	800 Lt	117.800	77%	50%	3,49	7:00	26,17	5.4	80
8	12	Agua de Pozo	11	188	62 gr	145	800 Lt	116.560	76%	50%	2,76	7:00	25,99	5.7	80
8	12	Agua de Pozo	11	180	64 gr	145	800 Lt	115.200	76%	50%	2,53	7:00	25,69	5.6	80
8	12	Agua de Pozo	12	167	69 gr	145	800 Lt	115.230	75%	50%	2,51	7:00	26,17	5.4	80
8	12	Agua de Pozo	12	145	80 gr	145	800 Lt	116.200	76%	50%	2,50	7:00	25,99	5.7	80
8	12	Agua de Pozo	12	130	87 gr	141	800 Lt	113.100	74%	50%	2,50	7:00	25,69	5.6	80

Tabla 21 Base de datos de control, primer ensayo

Base	Tanque	Tratamiento	Estadio	Plgr	Biomasa gr	Larvas/ Litros	Volumen de Agua	Cantidad	% Sobrevivencia	% de recambios	Salinidad	Hora recambios	Temperatura	Ox	Saturacion %
8	13	Control	5	565	27 gr	190	800 Lt	152.000	100%	50%	17,40	7:00	30,93	5.4	80
8	13	Control	5	567	27 gr	190	800 Lt	152.000	100%	50%	17,00	7:00	31,23	5.5	80
8	13	Control	5	561	27 gr	190	800 Lt	152.000	100%	50%	17,30	7:00	31,31	5.3	80
8	13	Control	6	476	30 gr	190	800 Lt	142.800	94%	50%	9,24	7:00	28,27	5.3	80
8	13	Control	6	478	30 gr	190	800 Lt	143.400	94%	50%	9,07	7:00	27,88	5.7	80
8	13	Control	6	480	30 gr	190	800 Lt	144.000	94%	50%	9,07	7:00	27,58	5.5	80
8	13	Control	7	392	34 gr	170	800 Lt	134.000	90%	50%	5,59	7:00	25,65	5.2	80
8	13	Control	7	394	34 gr	170	800 Lt	133.280	88%	50%	5,32	7:00	25,48	5.3	80
8	13	Control	7	397	34 gr	170	800 Lt	134.000	88%	50%	5,40	7:00	31,96	5.4	80
8	13	Control	8	350	37 gr	154	800 Lt	129.500	85%	50%	4,14	7:00	28,27	5.6	80
8	13	Control	8	357	37 gr	154	800 Lt	132.090	86%	50%	3,69	7:00	27,80	5.6	80
8	13	Control	8	355	37 gr	154	800 Lt	131.350	85%	50%	3,79	7:00	27,32	5.4	80
8	13	Control	9	291	43 gr	149	800 Lt	125.130	82%	50%	3,01	7:00	24,84	5.4	80
8	13	Control	9	290	44 gr	148	800 Lt	127.600	82%	50%	2,57	7:00	24,62	5.2	80
8	13	Control	9	295	43 gr	149	800 Lt	126.850	82%	50%	2,78	7:00	24,45	5.3	80
8	13	Control	10	258	45 gr	146	800 Lt	116.100	77%	50%	2,77	7:00	28,27	5.3	80
8	13	Control	10	251	47 gr	149	800 Lt	117.970	77%	50%	2,58	7:00	28,05	5.6	80
8	13	Control	10	256	46 gr	145	800 Lt	117.760	77%	50%	2,69	7:00	28,18	5.1	80
8	13	Control	11	216	52 gr	139	800 Lt	112.320	73%	50%	3,49	7:00	27,88	5.5	80
8	13	Control	11	204	54 gr	138	800 Lt	110.160	72%	50%	2,76	7:00	27,45	5.7	80
8	13	Control	11	200	53 gr	137	800 Lt	106.000	70%	50%	2,53	7:00	27,20	5.6	80
8	13	Control	12	195	57 gr	135	800 Lt	111.150	73%	50%	2,51	7:00	27,88	5.5	80
8	13	Control	12	188	56 gr	135	800 Lt	105.280	69%	50%	2,50	7:00	27,45	5.7	80
8	13	Control	12	185	59 gr	135	800 Lt	109.150	72%	50%	2,40	7:00	27,20	5.6	80

Tabla 22 Base de datos de osmosis inversa segundo ensayo

Base	Tanque	Tratamiento	Estadio	Plgr	Biomasa gr	Larvas/Litros	Volumen de Agua	Cantidad	% Sobre vivencia	% de recambios	Salinidad	Hora recambios	Temperatura	Ox	Saturacion %
10	5	Osmosis	8	274	55 gr	190	800 Lt	150.070	100%	50%	22,70	7:00	33.2	5.4	80
10	5	Osmosis	8	274	55 gr	190	800 Lt	150.070	100%	50%	22,20	7:00	32.1	5.5	80
10	5	Osmosis	8	274	55 gr	190	800 Lt	150.070	100%	50%	22,40	7:00	33.0	5.3	80
10	5	Osmosis	9	262	57 gr	186	800 Lt	149.340	99%	50%	15,50	7:00	32.2	5.3	80
10	5	Osmosis	9	256	57 gr	184	800 Lt	147.320	98%	50%	15,70	7:00	32.0	5.7	80
10	5	Osmosis	9	254	58 gr	184	800 Lt	147.320	98%	50%	15,60	7:00	33.0	5.5	80
10	5	Osmosis	10	230	62 gr	178	800 Lt	142.600	95%	50%	9,70	7:00	33.1	5.2	80
10	5	Osmosis	10	236	60 gr	177	800 Lt	141.600	94%	50%	9,50	7:00	33.2	5.3	80
10	5	Osmosis	10	238	60 gr	178	800 Lt	142.800	95%	50%	9,50	7:00	33.3	5.4	80
10	5	Osmosis	11	192	68 gr	168	800 Lt	130.560	87%	50%	4,13	7:00	32.1	5.6	80
10	5	Osmosis	11	190	72 gr	171	800 Lt	136.800	90%	50%	4,20	7:00	33.2	5.6	80
10	5	Osmosis	11	189	70 gr	165	800 Lt	132.300	88%	50%	4,26	7:00	32.1	5.4	80
10	5	Osmosis	12	165	77 gr	158	800 Lt	127.050	85%	50%	2,57	7:00	32.5	5.4	80
10	5	Osmosis	12	160	78 gr	156	800 Lt	124.800	83%	50%	2,57	7:00	32.8	5.2	80
10	5	Osmosis	12	163	79 gr	160	800 Lt	128.770	85%	50%	2,56	7:00	32.2	5.3	80
10	5	Osmosis	13	145	82 gr	148	800 Lt	118.900	79%	50%	2,77	7:00	32.5	5.3	80
10	5	Osmosis	13	142	84 gr	149	800 Lt	119.280	79%	50%	2,74	7:00	32.4	5.6	80
10	5	Osmosis	13	147	80 gr	147	800 Lt	117.600	78%	50%	2,58	7:00	32.2	5.1	80
10	5	Osmosis	14	118	85 gr	125	800 Lt	100.300	69%	50%	2,32	7:00	33.3	5.5	80
10	5	Osmosis	14	114	84 gr	121	800 Lt	96.900	65%	50%	2,54	7:00	33.4	5.7	80
10	5	Osmosis	14	115	84 gr	121	800 Lt	96.600	65%	50%	2,58	7:00	32.2	5.6	80
10	5	Osmosis	15	90	106 gr	119	800 Lt	95.400	64%	50%	2,5	7:00	32.3	5.5	80
10	5	Osmosis	15	91	106 gr	119	800 Lt	96.460	65%	50%	2,54	7:00	32.4	5.7	80
10	5	Osmosis	15	94	104 gr	119	800 Lt	97.760	65%	50%	2,48	7:00	32.1	5.6	80

Tabla 23 Base de datos de Agua de Pozo segundo ensayo

Base	Tanque	Tratamiento	Estadio	Plgr	Biomasa gr	Larvas/Litros	Volumen de Agua	Cantidad	% Supervivencia	% de recambios	Salinidad	Hora recambios	Temperatura	Ox	Saturacion %
10	4	Agua de Pozo	8	290	52 gr	190	800 Lt	150.080	100%	50%	22,60	7:00	33.1	5.4	80
10	4	Agua de Pozo	8	290	53 gr	190	800 Lt	150.080	100%	50%	22,50	7:00	32.1	5.5	80
10	4	Agua de Pozo	8	290	54 gr	190	800 Lt	150.080	100%	50%	22,40	7:00	33.0	5.3	80
10	4	Agua de Pozo	9	258	56 gr	180	800 Lt	144.480	96%	50%	15,50	7:00	32.0	5.3	80
10	4	Agua de Pozo	9	256	57 gr	184	800 Lt	147.320	98%	50%	15,80	7:00	32.0	5.7	80
10	4	Agua de Pozo	9	254	58 gr	184	800 Lt	147.320	98%	50%	15,50	7:00	33.0	5.5	80
10	4	Agua de Pozo	10	220	62 gr	169	800 Lt	136.400	90%	50%	9,70	7:00	33.1	5.2	80
10	4	Agua de Pozo	10	226	60 gr	169	800 Lt	135.600	90%	50%	9,50	7:00	33.2	5.3	80
10	4	Agua de Pozo	10	228	62 gr	171	800 Lt	141.360	94%	50%	9,30	7:00	33.3	5.4	80
10	4	Agua de Pozo	11	182	68 gr	154	800 Lt	122.376	83%	50%	4,13	7:00	32.1	5.6	80
10	4	Agua de Pozo	11	181	72 gr	162	800 Lt	130.320	87%	50%	4,20	7:00	33.	5.6	80
10	4	Agua de Pozo	11	176	70 gr	154	800 Lt	123.200	82%	50%	4,26	7:00	32.1	5.4	80
10	4	Agua de Pozo	12	155	77 gr	149	800 Lt	119.350	80%	50%	2,57	7:00	32.7	5.4	80
10	4	Agua de Pozo	12	154	78 gr	150	800 Lt	120.120	80%	50%	2,57	7:00	32.8	5.2	80
10	4	Agua de Pozo	12	152	79 gr	150	800 Lt	120.080	80%	50%	2,56	7:00	32.2	5.3	80
10	4	Agua de Pozo	13	125	88 gr	137	800 Lt	110.000	73%	50%	2,77	7:00	32.5	5.3	80
10	4	Agua de Pozo	13	122	94 gr	143	800 Lt	114.680	76%	50%	2,74	7:00	32.4	5.6	80
10	4	Agua de Pozo	13	127	91 gr	144	800 Lt	115.570	77%	50%	2,58	7:00	32.2	5.1	80
10	4	Agua de Pozo	14	84	134 gr	135	800 Lt	107.520	72%	50%	2,32	7:00	33.3	5.5	80
10	4	Agua de Pozo	14	81	140 gr	141	800 Lt	113.400	76%	50%	2,54	7:00	33.4	5.7	80
10	4	Agua de Pozo	14	80	145 gr	145	800 Lt	116.000	77%	50%	2,58	7:00	32.2	5.6	80
10	4	Agua de Pozo	15	72	155 gr	139	800 Lt	111.600	74%	50%	2,5	7:00	32.3	5.5	80
10	4	Agua de Pozo	15	69	160gr	138	800 Lt	110.400	74%	50%	2,54	7:00	32.4	5.7	80
10	4	Agua de Pozo	15	73	148gr	135	800 Lt	108.040	72%	50%	2,4	7:00	32.1	5.6	80

Tabla 24 Base de datos de control del segundo ensayo

Base	Tanque	Tratamiento	Estadio	Plgr	Biomasa gr	Larvas/Litros	Volumen de Agua	Cantidad	% Sobrevivencia	% de recambios	Salinidad	Hora recambios	Temperatura	Ox	Saturacion %
10	2	Control	8	335	45 gr	190	800 Lt	150.075	100%	50%	22,10	7:00	32.05	5.4	80
10	2	Control	8	335	45 gr	190	800 Lt	150.075	100%	50%	22,50	7:00	32.1	5.5	80
10	2	Control	8	335	45 gr	190	800 Lt	150.075	100%	50%	22,50	7:00	33.0	5.3	80
10	2	Control	9	278	53 gr	184	800 Lt	147.340	98%	50%	15,90	7:00	32.0	5.3	80
10	2	Control	9	275	54 gr	184	800 Lt	148.500	98%	50%	15,80	7:00	32.0	5.7	80
10	2	Control	9	279	53 gr	184	800 Lt	147.340	98%	50%	15,50	7:00	33.0	5.5	80
10	2	Control	10	220	62 gr	169	800 Lt	136.400	90%	50%	9,80	7:00	33.1	5.2	80
10	2	Control	10	226	60 gr	169	800 Lt	135.600	90%	50%	9,50	7:00	33.2	5.3	80
10	2	Control	10	228	62 gr	171	800 Lt	141.360	94%	50%	9,30	7:00	33.3	5.4	80
10	2	Control	11	180	68 gr	150	800 Lt	122.400	83%	50%	4,13	7:00	32.1	5.6	80
10	2	Control	11	170	72 gr	150	800 Lt	122.400	82%	50%	4,19	7:00	32.15	5.6	80
10	2	Control	11	173	70 gr	150	800 Lt	121.100	81%	50%	4,26	7:00	32.1	5.4	80
10	2	Control	12	155	77 gr	149	800 Lt	119.350	80%	50%	2,57	7:00	32.7	5.4	80
10	2	Control	12	154	78 gr	150	800 Lt	120.120	80%	50%	2,57	7:00	32.8	5.2	80
10	2	Control	12	152	79 gr	150	800 Lt	120.080	80%	50%	2,56	7:00	32.2	5.3	80
10	2	Control	13	120	85 gr	128	800 Lt	102.000	68%	50%	2,77	7:00	32.5	5.3	80
10	2	Control	13	118	86 gr	127	800 Lt	101.480	67%	50%	2,74	7:00	32.6	5.6	80
10	2	Control	13	122	85 gr	130	800 Lt	103.700	69%	50%	2,58	7:00	32.7	5.1	80
10	2	Control	14	90	110 gr	124	800 Lt	99.000	66%	50%	2,32	7:00	33.3	5.5	80
10	2	Control	14	93	108 gr	125	800 Lt	100.440	67%	50%	2,54	7:00	33.4	5.7	80
10	2	Control	14	97	103 gr	124	800 Lt	99.900	67%	50%	2,58	7:00	32.2	5.6	80
10	2	Control	15	78	115 gr	112	800 Lt	89.700	60%	50%	2,32	7:00	32.3	5.5	80
10	2	Control	15	84	110gr	115	800 Lt	92.400	62%	50%	2,54	7:00	32.4	5.7	80
10	2	Control	15	81	112gr	113	800 Lt	90.720	60%	50%	2,5	7:00	32.1	5.6	80

CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado “Análisis comparativo de la supervivencia de *Penaeus vannamei* aplicando agua de pozo y de osmosis inversa durante el proceso de aclimatación” presentado por el estudiante, Blgo. Jonathan Rodríguez Pozo, fue enviado al Sistema Anti-plagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 3%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.



TUTOR

PhD. Roberto Adrián Santacruz Reyes.