



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

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

EFECTO DE ÁCIDOS ORGÁNICOS Y FAGOS EN LA SUPERVIVENCIA Y CARGA
BACTERIANA PATÓGENA EN POSTLARVAS DE *PENAEUS VANNAMEI*.

AUTOR:

ECON. ARREAGA VERA HENRY OMAR

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del grado académico de
MAGÍSTER EN ACUICULTURA

TUTORA:

PHD. SONNYA PATRICIA MENDOZA LOMBANA Ph.D.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2025

DEDICATORIA

Durante este trabajo sin duda recibí apoyo y comprensión de mis seres queridos más cercanos por lo que este trabajo de investigación va dedicado para toda mi familia quienes de diferentes maneras siempre estuvieron apoyando y dándome ánimos para que pueda cumplir mi meta tan anhelada de escalar un peldaño más en mi carrera.

Dedicatoria especial a mi madre, esposa y a mis hijos Elkin Samir y Henry Kenneth quienes sin duda son el motor que me impulsan cada día.

Por supuesto también a mi docente tutor la doctora Sonnya que a través de su enseñanza y guía compartida durante este trabajo he podido llegar a cumplir mis objetivos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme salud y fuerzas para seguir adelante en mi crecimiento profesional, también agradezco al instituto de postgrado de la UPSE el cual forjo el profesional que soy.

Agradecimiento especial al gerente propietario de laboratorio JSD y todo su personal técnico y operativo por haberme abierto las puertas de sus instalaciones, sus experiencias, consejos sin duda fueron claves para alcanzar con éxito la culminación de mi trabajo.

APROBACIÓN DEL TUTOR

TUTORA: Ac. Sonnya Mendoza Lombana, PhD.

CERTIFICA:

En mi calidad de Tutor del trabajo de titulación “EFECTO DE ÁCIDOS ORGÁNICOS Y FAGOS EN LA SUPERVIVENCIA Y CARGA BACTERIANA PATOGENA EN POSTLARVAS DE PENAEUS VANNAMEI”, elaborado por ARREAGA VERA HENRY OMAR, egresado de la Maestría en ACUICULTURA, Instituto de Posgrado de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Magister en Acuicultura, me permito declarar que luego de haber dirigido científicamente y técnicamente en su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos y científicos, razón por el cual la apruebo en todas sus partes.

Ac. Sonnya Mendoza Lombana, PhD.

TUTORA

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

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Econ. Roxana Álvarez Acosta, PhD.
**COORDINADORA DEL
PROGRAMA**

PhD. Sonnya Mendoza Lombana.
TUTOR

MSc. Jimmy Villón Moreno.
DOCENTE ESPECIALISTA 1

MSc. Dennis Tomalá Solano.
DOCENTE ESPECIALISTA 2

Ab. María Rivera González, Mgtr.
SECRETARIA GENERAL

AUTORIZACIÓN DERECHOS DE AUTOR

Yo, Arreaga Vera Henry Omar

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

Econ. Arreaga Vera Henry Omar

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Arreaga Vera Henry Omar

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación, EFECTO DE ÁCIDOS ORGÁNICOS Y FAGOS EN LA SUPERVIVENCIA Y CARGA BACTERIANA PATOGENA EN POSTLARVAS DE *PENAEUS VANNAMEI*, 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

Econ. Arreaga Vera Henry Omar

INDICE

APROBACIÓN DEL TUTOR	III
AUTORIZACIÓN DERECHOS DE AUTOR	V
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
ÍNDICE DE FIGURA	X
ÍNDICE DE TABLAS	XII
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. PROBLEMÁTICA	6
1.2. JUSTIFICACIÓN	6
1.3. OBJETIVO GENERAL	8
1.3.1.OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
1.4. HIPÓTESIS	8
MARCO TEÓRICO	9
2.1. PRINCIPALES DESAFÍOS DE LARVICULTURA DE <i>P. VANNAMEI</i> EN ECUADOR	9
2.2. DESARROLLO LARVARIO	9
2.3. PRINCIPALES ENFERMEDADES BACTERIANAS EN ESTADIOS LARVALES	12
2.4. VIBRIOSIS	13
2.5. SÍNDROME DE LA MORTALIDAD TEMPRANA (AHPND).....	16
2.6. IMPLEMENTACIÓN DE TERAPIA PROFILÁCTICAS PARA EL CONTROL BACTERIANO	17
2.7. USO DE PROFILÁCTICOS EN CULTIVOS LARVARIOS.....	17
2.8. MEDIOS DE CULTIVO EN MICROBIOLOGÍA	21
2.9. PROTOCOLO DE MANEJO	22
2.10.SUPERVIVENCIA Y SANIDAD	22
MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1. CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA IN VITRO (MIC)	23

3.2. DETERMINACIÓN DEL MIC DE FAGOS.....	23
3.3. DESAFÍO EXPERIMENTAL EN PRODUCCIÓN.....	24
3.4. DESAFÍO EXPERIMENTAL	26
3.5. TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICA	29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	35
4.1. ANÁLISIS DE DATOS.....	35
4.2. RESULTADOS	35
4.2.1.DETERMINACIÓN DE DOSIS DE ÁCIDO ORGÁNICO.....	35
4.2.2.DETERMINACIÓN DE DOSIS EN TERAPIA DE FAGOS.....	36
4.2.3.ANÁLISIS <i>IN VITRO</i> MICROBIOLÓGICOS	38
4.3. DISCUSIÓN.....	57
CONCLUSIÓN	59
RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFÍA	62
ANEXOS	68

Índice de figura

FIGURA 1. NAUPLIO V	10
FIGURA 2. ZOEIA I	10
FIGURA 3. MYSIS III	11
FIGURA 4. POSTLARVA VI.....	12
FIGURA 5. SINTOMATOLOGÍAS POR SÍNDROME DE ZOEIA	14
FIGURA 6. SÍNDROME DE BOLITAS	15
FIGURA 7. SINTOMATOLOGÍA DE SÍNDROME DE MORTALIDAD TEMPRANA EN ENGORDE.....	16
FIGURA 8. FASES DE FAGOS.....	20
FIGURA 9. PLAYA DE PUNTA CARNERO.....	25
FIGURA 10. TRATAMIENTO DONDE SE TENDRÁ UN CONTROL NEGATIVO SIN INFECCIÓN	28
FIGURA 11. OBSERVACIONES MICROSCÓPICAS	31
FIGURA 12. CUANTIFICACIÓN DE COLONIAS	39
FIGURA 13. CUANTIFICACIÓN COLONIAS DE V. ALGINOLYTICUS EN MYSIS.....	40
FIGURA 14. COLONIAS EN EL ESTADIO POSTLARVA III EN RESPUESTA A DIFERENTES TRATAMIENTOS EMPLEADOS	41
FIGURA 15. COLONIAS EN EL ESTADIO POSTLARVA VII EN RESPUESTA A DIFERENTES TRATAMIENTOS EMPLEADOS	42
FIGURA 16. CUANTIFICACIÓN DE LAS COLONIAS EN EL ESTADIO V. PARAHAEMOLYTICUS ZOEIA...	43
FIGURA 17. CUANTIFICACIÓN DE COLONIAS DE V. VULNIFICUS EN ZOEIA.....	44
FIGURA 18. CUANTIFICACIÓN DE LAS COLONIAS EN EL ESTADIO MYSIS	44
FIGURA 19. COLONIAS DE V. VULNIFICUS POSTLARVAS EN EL ESTADIO POSTLARVA III	45
FIGURA 20. COLONIAS EN EL ESTADIO POSTLARVA VII	46
FIGURA 21. CUANTIFICACIÓN DE LAS COLONIAS EN EL ESTADIO ZOEIA.....	47
FIGURA 22. COLONIAS EN EL ESTADIO MYSIS	48
FIGURA 23. COLONIAS EN EL ESTADIO POSTLARVA III EN RESPUESTA A DIFERENTES TRATAMIENTOS EMPLEADOS	49

FIGURA 24. COLONIAS EN EL ESTADIO POSTLARVA VII	50
FIGURA 25. BASADA EN LAS MEDIAS ESTADÍSTICAS MEDIANTE ANOVA	51
FIGURA 26. SUPERVIVENCIAS DEL PRIMER CICLO DE PRODUCCIÓN.....	52
FIGURA 27. SUPERVIVENCIAS DEL SEGUNDO CICLO DE PRODUCCIÓN	53
FIGURA 28. SUPERVIVENCIAS DEL TERCER CICLO DE PRODUCCIÓN	54
FIGURA 29. VARIACIÓN DE TEMPERATURA.....	55
FIGURA 30. VARIACIÓN DEL PH EN DIFERENTES ESTADIOS Y TRATAMIENTOS	56

Índice de tablas

TABLA 1. DOSIS APLICADAS EN LOS DISTINTOS ESTADIOS EN PECERAS	27
TABLA 2.REPORTE DE OBSERVACIONES MICROSCÓPICAS EN LA SALUD LARVARIA EN EL ESTADIO ZOEAE.....	32
TABLA 3.REPORTE DE OBSERVACIONES MICROSCÓPICAS EN LA SALUD LARVARIA EN EL ESTADIO MYSIS	33
TABLA 4.REPORTE DE OBSERVACIONES MICROSCÓPICAS EN LA SALUD LARVARIA EN EL ESTADIO POSTLARVA I A V	34
TABLA 5.REPORTE DE OBSERVACIONES MICROSCÓPICAS EN LA SALUD LARVARIA EN EL ESTADIO POSTLARVA VI A XII	34
TABLA 6.CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA.....	36
TABLA 7.CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA EN EL ESTADIO ZOEAE, EVALUADO EN PECERAS ..	37
TABLA 8.CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA EN EL ESTADIO MYSIS, EVALUADO EN PECERAS .	37
TABLA 9.CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA EN EL ESTADIO POSTLARVA, EVALUADO EN PECERAS	38
TABLA 10.VALORES DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DURANTE EL CULTIVO	55
TABLA 11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	68
TABLA 12.ANÁLISIS ESTADÍSTICO	69
TABLA 13 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	69
TABLA 14 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PRUEBA POST HOC	70
TABLA 15. CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA EN EL ESTADIO ZOEAE, EVALUADO EN PECERAS	71
TABLA 16. CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA EN EL ESTADIO MYSIS, EVALUADO EN PECERAS	71
TABLA 17. CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA EN EL ESTADIO POSTLARVA, EVALUADO EN PECERAS	72

RESUMEN

La industria camaronera ecuatoriana ha experimentado un crecimiento sostenido desde los años 70, consolidándose como uno de los principales sectores no petroleros del país. Sin embargo, este desarrollo ha traído consigo desafíos sanitarios, especialmente en las fases larvarias de cultivo de *Penaeus vannamei*. Las enfermedades bacterianas, como las causadas por *Vibrio parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *V. alginolyticus* y *Pseudomonas* spp., representan una amenaza significativa, provocando altas tasas de mortalidad y pérdidas económicas. Frente a la creciente resistencia a los antibióticos y las restricciones regulatorias, se hace urgente explorar alternativas profilácticas sostenibles y eficaces.

Este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de ácidos orgánicos y fagoterapia sobre la carga bacteriana patógena y la supervivencia de postlarvas de *P. vannamei*. Se planteó como hipótesis que la adición de estos tratamientos influye significativamente en la salud larvaria. Para ello, se realizaron ensayos *in vitro* para determinar la concentración mínima inhibitoria (MIC) de ambos tratamientos frente a cepas bacterianas específicas. Posteriormente, se llevaron a cabo bioensayos en condiciones controladas en un laboratorio de larvicultura ubicado en Salinas, Ecuador, abarcando los estadios Zoea, Mysis y Postlarva.

Los ácidos orgánicos, compuestos como el ácido fórmico, láctico y propiónico, mostraron una acción antimicrobiana de amplio espectro, especialmente eficaz contra *V. parahaemolyticus* y *Pseudomonas* spp., con concentraciones inhibitorias que variaron entre 400 y 600 ppm. No obstante, su efecto fue limitado frente a cepas más resistentes como *V. alginolyticus*. Por su parte, la terapia de fagos, basada en virus específicos que infectan bacterias, demostró una acción más selectiva y efectiva en etapas tempranas, logrando controlar cepas como *V. vulnificus* y *V. parahaemolyticus* a dosis bajas, aunque con menor eficacia frente a *Pseudomonas* spp.

Durante los bioensayos, se monitorearon parámetros fisicoquímicos del agua, salud larvaria y tasas de supervivencia. Los resultados mostraron que la terapia de fagos alcanzó una supervivencia promedio del 87%, superando al tratamiento con ácidos orgánicos (70%) y al grupo control. En términos de salud larvaria, los ácidos orgánicos redujeron la incidencia de necrosis en branquias y apéndices, mientras que los fagos mostraron un efecto más marcado en la reducción de cargas bacterianas específicas. Sin embargo, su eficacia varió según el estadio larvario y el tipo de patógeno.

La discusión de los resultados comparó estos hallazgos con estudios previos, confirmando que la fagoterapia representa una herramienta biosegura y eficaz para el control de patógenos en larvicultura, especialmente por su especificidad y estabilidad en condiciones acuáticas. Aunque los ácidos orgánicos también demostraron ser útiles, su efecto depende de la dosis y puede generar estrés fisiológico en altas concentraciones. La combinación de ambas estrategias podría ofrecer un enfoque integral para mejorar la bioseguridad en sistemas de cultivo intensivo.

En conclusión, tanto los ácidos orgánicos como la terapia de fagos son alternativas viables al uso de antibióticos en acuicultura. La elección de uno u otro dependerá del tipo de patógeno, la etapa de desarrollo del camarón y las condiciones del sistema de cultivo. Se recomienda continuar investigando combinaciones sinérgicas entre ambos tratamientos, extender su aplicación a fases posteriores como la precria y ajustar los protocolos según las condiciones ambientales. Esta investigación aporta evidencia valiosa para optimizar el manejo sanitario en la producción de *P. vannamei*, fortaleciendo la sostenibilidad y competitividad del sector camaronero ecuatoriano.

Palabras claves: *Penaeus vannamei*, *Vibrio*, ácidos orgánicos, bacteriófagos

ABSTRACT

The Ecuadorian shrimp industry has experienced sustained growth since the 1970s, becoming one of the country's leading non-oil export sectors. However, this development has brought significant health challenges, particularly during the larval stages of *Penaeus vannamei* cultivation. Bacterial diseases caused by *Vibrio parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *V. alginolyticus*, and *Pseudomonas* spp. pose a serious threat, leading to high mortality rates and economic losses. Given the increasing resistance to antibiotics and regulatory restrictions on their use, there is an urgent need to explore sustainable and effective prophylactic alternatives.

This study aimed to evaluate the effect of organic acids and phage therapy on pathogenic bacterial load and the survival of *P. vannamei* postlarvae. The hypothesis proposed that the addition of these treatments would significantly influence larval health. *In vitro* assays were conducted to determine the minimum inhibitory concentration (MIC) of both treatments against specific bacterial strains. Subsequently, bioassays were carried out under controlled conditions in a larviculture laboratory located in Salinas, Ecuador, covering the Zoea, Mysis, and Postlarva stages.

Organic acids—such as formic, lactic, and propionic acids—demonstrated broad-spectrum antimicrobial activity, particularly effective against *V. parahaemolyticus* and *Pseudomonas* spp., with inhibitory concentrations ranging from 400 to 600 ppm. However, their effect was limited against more resistant strains like *V. alginolyticus*. In contrast, phage therapy, based on viruses that specifically infect bacteria, showed a more selective and effective action in early stages, successfully controlling strains like *V. vulnificus* and *V. parahaemolyticus* at low doses, though it was less effective against *Pseudomonas* spp.

Throughout the bioassays, water physicochemical parameters, larval health, and survival rates were monitored. Results showed that phage therapy achieved an average survival rate of 87%, outperforming the organic acid treatment (70%) and the control group. In terms of larval health, organic acids reduced the incidence of necrosis in gills and appendages, while phages had a more pronounced effect in reducing specific bacterial loads. However, their efficacy varied depending on the larval stage and the pathogen involved.

The discussion compared these findings with previous studies, confirming that phage therapy is a biosecure and effective tool for pathogen control in larviculture, especially due to its specificity and stability in aquatic environments. Although organic acids also proved useful, their effectiveness is dose-dependent and may induce physiological stress at high concentrations. A combined approach using both strategies could offer a more comprehensive solution to enhance biosecurity in intensive farming systems.

In conclusion, both organic acids and phage therapy are viable alternatives to antibiotics in aquaculture. The choice between them should consider the type of pathogen, the shrimp's developmental stage, and the specific conditions of the production system. Further research is recommended to explore synergistic combinations, extend their application to later stages such as nursery phases, and refine protocols based on environmental variables. This study provides valuable evidence to optimize health management in *P. vannamei* production, strengthening the sustainability and competitiveness of Ecuador's shrimp farming sector.

Key words: *Penaeus vannamei*, *Vibrio*, organic acids, bacteriophages

1. Introducción

La Industria camaronera en nuestro país tiene sus orígenes a finales de la década de 1960, al inicio de los años 70 empieza de forma positiva su desarrollo, según diversos autores se da con mayor auge en las provincias de El Oro y Guayas a causa de la presencia de salitrales y abundante cantidad de postlarvas en esta área, lo que la convirtieron en un lugar idóneo para que la actividad se convierta en un negocio altamente rentable. Según, Ponce (2023) para el año 1974 aproximadamente 600 hectareas ya estaban siendo destinadas para la explotación de camaron.

No obstante el gran auge dio inicios a fines de los años 80 y principios de los 90, alcanzando su punto más alto de producción y comercialización a nivel internacional, durante este periodo, sus ingresos de ventas llegaron a la impresionante cifra de \$872.2 millones, consolidándose, así como el principal sector de exportaciones no petroleras en el país. Este éxito fue impulsado por una demanda creciente y una destacada calidad del camarón ecuatoriano, lo que permitió su consolidación en el mercado internacional como un producto altamente valorado.

Al mismo tiempo con este auge también empezó la aparición de los laboratorios para la producción de larvas de *Penaeus vannamei*, estos se iniciaron en el año 1982. Año en el cual llegaron a nuestro país diferentes tipos de profesionales que trajeron consigo tecnologías de Japón, Europa, Filipinas entre otros, con las cuales desarrollaron una tecnología propia para el lugar. Varios empresarios ecuatorianos innovadores, impulsaron este negocio. Inicialmente el 100% de estos laboratorios, fueron constituidos y manejados por profesionales en acuicultura y ciencias afines. Cada laboratorio implemento su propio departamento de microalgas y desarrollaron protocolos funcionales para una nutrición apropiada. (Yockteng, 2017)

En consecuencia, a la alta demanda por el incremento poblacional, la acuicultura se considera un camino viable y sostenible para asegurar alimentos adecuados en el futuro, la camaronicultura en latino américa se ha posicionado en diferentes países, creciendo de forma rápida, ya que es apreciada como el cuarto lugar en volumen en producción mundial, he allí su relevancia y enfoque a mejoras productivas (Cuéllar, 2021). A pesar de que los precios son inestables en tiempo y la exigencia en calidad cada vez es más exigente, estadísticamente

se muestra una tendencia sostenible, lo que hace a este mercado atractivo, uno de los países que lidera esta tendencia es Ecuador, que actualmente está posicionado entre el principal productor y exportador de camarón blanco, producido principalmente en la costa ecuatoriana. (Gonzabay et al., 2020)

Durante los últimos años la industria camaronera ecuatoriana logro consolidarse teniendo como producto estrella al *Penaeus vannamei*, manteniendo una industria con altos estándares de calidad, innovación y tecnificación, para el año 2022 ya alcanzo cifras récord llegando a superar ventas de US\$ 7.000 millones, lo cual convirtió a Ecuador en el líder mundial. Por eso es el producto del sector no petrolero con mayor generación de divisas. (Saltos, 2024).

En términos económicos para el año 2024 Ecuador exporto 2.671.219.027 libras de camarón, representado esto un valor de US\$ 6.068.447.480 dólares. (CNA, 2024). Analizando la información podemos evidenciar que durante los últimos 10 años las exportaciones de camarón mantuvieron un crecimiento promedio de 16.20% cada año, siendo el precio promedio de venta de US\$ 2.74 dólares, a pesar de los diferentes desafíos del mercado este crecimiento se ha mantenido gracias a la implementación de estrategias de manejo sostenible en los sistemas de cultivo.

Sin embargo, uno de los principales desafíos que enfrenta la industria es el impacto de enfermedades bacterianas en la economía, se estima que el 60% de las pérdidas en la industria camaronera se atribuyen al virus del síndrome de la mancha blanca (WSSV), mientras que aproximadamente un 20% se debe a infecciones bacterianas especialmente aquellas causadas por el género *Harveyi* que incluye especies como *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio parahaemolyticus* y *Vibrio vulnificus* y también *Pseudomonas spp.* responsables de patologías como el Síndrome de Necrosis Hepatopancreática Aguda (AHPND). (Barrantes, 2023).

De manera generalizada los productores de *P. vannamei*, concuerdan que el mayor reto que afrontan diariamente son las enfermedades que causan un impacto en la economía, y como consecuencia se incrementan los costos, contratiempo en exportaciones y especialmente pérdidas en inversión, cálculos estimados indican que se pierden aproximadamente US\$ 3.000.000.000 anualmente por causas patológicas (Meza, 2022).

La presencia de *Pseudomonas spp.* y *Aeromonas spp.* ha sido reportada en sistemas de cultivo con altas cargas orgánicas, contribuyendo a la degradación del tejido branquial, septicemias hemorrágicas y necrosis del hepatopáncreas, lo que compromete la calidad larvaria, los factores como el estrés ambiental, las fluctuaciones en la calidad del agua favorecen la proliferación de bacterias patógenas que aumentan la susceptibilidad en las etapas tempranas, reduciendo la eficacia de los tratamientos convencionales, ante la prevalencia a la resistencia bacteriana de los antibióticos y las restricciones regulatorias sobre su uso en la acuicultura, han surgido alternativas profilácticas y terapéuticas para el control de patógenos. Entre estas estrategias destacan los ácidos orgánicos, prebióticos, fagoterapia, entre otros. Los ácidos orgánicos han demostrado ser efectivos en la inhibición del crecimiento bacteriano mediante la reducción del pH intracelular y la alteración de la permeabilidad de la membrana bacteriana (Carrillo, 2022)

En el mismo contexto, la industria está en búsqueda de otras alternativas antimicrobianas que cumplan con los desafíos actuales de la producción, como opción no convencional tenemos la terapia de fagos, donde se utilizan bacteriófagos, que es la infección de virus en bacterias, su uso ha resultado ser efectivo, sin embargo al ser una práctica relativamente nueva, se necesita implementar protocolos in situ que garanticen su correcta aplicación, una de las ventajas de la fagoterapia es la eliminación selectiva sobre los patógenos, a diferencia de otras alternativas como los antibióticos que afectan toda la microbiota (Reina & Reina , 2018).

A pesar del potencial de estas estrategias aún falta información en la etapa larvaria, fase que en la mayoría de las veces no es considerada relevante, no obstante certificar un manejo adecuado garantiza el éxito en engorde, por ende, la presente investigación tiene un enfoque técnico-científico para la evaluación de ácidos orgánicos y fagoterapia sobre la carga bacteriana patógena y si existe mejora de la supervivencia en larvas y postlarvas de *P. vannamei*. Los resultados de este tienen como objetivo contribuir a la optimización de los protocolos de bioseguridad y alternativas profilácticas e innovadoras en el cultivo, fortaleciendo así la sostenibilidad y competitividad de la producción en tan relevante etapa productiva (Keong, 2018).

1.1. Problemática

La industria camaronera ha crecido rápidamente y es clave en la economía del país. Sin embargo, la intensificación del cultivo ha incrementado la incidencia de enfermedades bacterianas. Entre ellas destaca la AHPND, causada por *Vibrio parahaemolyticus*, que provoca vaciado intestinal, letargo y alta mortalidad en larvas. Asimismo, *V. vulnificus* puede generar septicemia en condiciones de estrés, reduciendo la supervivencia. La presencia conjunta de patógenos como *V. alginolyticus* agrava la situación. Esto disminuye el rendimiento productivo, especialmente en fases tempranas. Por ello, es fundamental aplicar medidas preventivas y controlar el estrés ambiental. (Candelli & Sacco, 2025).

La incidencia a la resistencia bacteriana a causa de los antibióticos, han generado un rechazo en su uso, por ende, es notable que existe la búsqueda de alternativas sostenibles que sean eficaces en la inhibición o eliminación de bacterias virulentas en etapas tempranas de *P. vannamei*. Las más utilizadas actualmente son los ácidos orgánicos, probióticos, prebióticos y en menor medida la fagoterapia (Muleba, 2022).

Aunque constantemente existe información sobre el uso de estas alternativas, se desconoce el protocolo adecuado a emplear según el patógeno prevalente y condiciones de cultivo, lo que genera un mal aprovechamiento de estos recursos, ambos aditivos ya son utilizados en la industria, pero no en la misma escala, por lo que es fundamental generar información que ayude a los productores a elegir la alternativa adecuada y en qué medida, para mejorar índices de producción como la salud, crecimiento y supervivencia.

1.2. Justificación

Una de las principales actividades en el Ecuador es el cultivo de camarón blanco, no obstante su crecimiento exponencial tiene sus propios desafíos sanitarios, principalmente en etapas tempranas, siendo esta fase susceptible a enfermedades por su modelo de cultivo e intensificación, los patógenos que se han registrados como prevalentes son *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *V. alginolyticus* y *Pseudomonas*, con proliferación rápida, gran parte de dicho crecimiento se debe a condiciones ambientales, contaminación del agua y manejo inadecuado de las patologías infecciosas, tradicionalmente el control de patógenos se hacía con antibióticos, pero su uso continuo e irresponsable ha generado que las

alternativas existentes en prevención no sean suficientes, de tal manera la industria está impulsada a generar nuevas tecnologías que ayuden a mitigar este problema (Rodríguez, 2023).

Los ácidos orgánicos, siguen siendo una alternativa confiable para la inhibición de bacterias patógenas, sin embargo, por dicha resistencia mencionada, es necesario implementar nuevas combinaciones de ácidos orgánicos y desafíos a concentraciones más altas de bacterias gran negativas, que varían dependiendo de la época del año, y eventos naturales como el calentamiento superficial del agua en mar abierto, esto genera un reto en respuesta al uso de los ácidos orgánicos, siendo necesario implementar nuevos protocolos eficientes, por ejemplo aditivar ácidos orgánicos desde el inicio del cultivo y dosis mayores, según se requiera (Rodríguez, 2023).

En otro contexto, tenemos un alternativa con una acción distinta a las tradicionales, siendo esta la terapia de fagos que básicamente es la infección de virus a las bacterias que son virulentas, esta herramienta se considera prometedora, pero su investigación en áreas como la larvicultura es escasa o casi nula, dada a la relevancia en esta fase de cultivo preliminar, esta investigación propone buscar sus efectos y beneficios sobre la salud y supervivencia, continuando con conocimientos técnico-científicos que validen practicas in situ que mejoren la productividad y sostenibilidad de industria camaronera en Ecuador.

1.3. Objetivo general

Evaluar el uso de ácidos orgánicos y terapia de fagos para controlar infecciones bacterianas que causan mortalidades en la producción en etapa larvaria de *Penaeus vannamei*

1.3.1. Objetivos específicos

- Seleccionar los ácidos orgánicos y fagos con capacidad antimicrobiana frente a bacterias patógenos en etapas tempranas de *P. vannamei*.
- Comparar la efectividad profiláctica y salud larvaria de los distintos tratamientos empleados.
- Validar un protocolo de aplicación de ácidos orgánicos y fagos para controlar mortalidades causadas en larvas de *P. vannamei*.

1.4. Hipótesis

Ho: La supervivencia, salud y la carga bacteriana patógena varían en función a la adición de ácidos orgánicos y fagos en etapas tempranas de *P. vannamei*.

Ha: La supervivencia, salud y la carga bacteriana patógena no varían en función a la adición de ácidos orgánicos y fagos en etapas tempranas de *P. vannamei*.

MARCO TEÓRICO

2.1. Principales desafíos de Larvicultura de *P. vannamei* en Ecuador

En etapas tempranas existen diversos desafíos, que incluyen varios factores, por ejemplo, la mejora de la bioseguridad, la alimentación, calidad de agua, genética y alternativas profilácticas viables, para garantizar la calidad larvaria ha sido necesario aplicar tecnologías avanzadas y practicas sostenibles en el tiempo, y así asegurar el mantenimiento y expansión de la industria.

El principal problema es la prevalencia de patologías a causa de bacterias patógenas, siendo la más incidente la necrosis hepatopancreática aguda, causada por la presencia de vibrios, investigaciones realizadas en Ecuador indican el aumento de cargas patógenas en el agua de mar, lo que pone en alerta a esta fase de cultivo, a mejorar prácticas de bioseguridad, en otro contexto, la alimentación en las etapas iniciales influyen directamente a la respuesta de las altas cargas registradas y su uso inadecuado en dosis y aplicaciones, esto proporciona un medio ideal para que exista un crecimiento acelerado de las bacterias, y por ende susceptibilidad a la salud larvaria. La dependencia al origen de las dietas micro encapsuladas, incrementan los costos de producción, cuestionando la sostenibilidad económica en el tiempo, por ende, es necesario aplicar técnicas que ayuden a mitigar estas desventajas y obtener estabilidad en la fase larvaria (González, 2022).

2.2. Desarrollo larvario

Nauplio

El cisto eclosiona después de 10 a 15 horas, el estadio larvario que le sigue se lo denomina como nauplio, en este estadio se presentan 5 cambios morfológicos que se los denomina como Nauplio 1,2,3,4,5 lo que dura alrededor de 50 horas, es decir 10 horas por fase, durante este ciclo larvario el animal se alimenta solo de sus reservas vitelinas (Lopez, 2020).

Figura 1.

Nauplio V



Nota. Descripción del estadio de nauplio V empleado en los cultivos.

Zoea

Zoea es la fase larvaria después de nauplio, la misma está compuesta de 3 subestadios Zoea 1,2 y 3. Esta fase dura alrededor de 3 a 4 días, es decir 1 día a 2 días por estadio esto dependerá mucho del manejo y condiciones, durante esta fase se logra diferenciar por los cambios morfológicos del cefalotórax, durante esta etapa su principal alimento son las microalgas tetraselmis (Valarezo, 2022).

Figura 2.

Zoea 1



Nota. Representa la etapa productiva de Zoea desde la primera subetapa hasta la tercera.

Mysis

Una de las diferencias de este estadio larvario es el cuerpo del camarón encorvado en la zona abdominal, donde el animal está obligado a nadar a través de contracciones, es decir un nado hacia atrás, este estadio se divide en 3 subestadios, mysis 1,2 y 3 el mismo que dura 24 horas por cada subestadio. (Villacrés, 2020).

Figura 3.

Mysis III



Nota. Representa la etapa productiva de Mysis desde la primera subetapa hasta la tercera.

Postlarva

Durante estos estadios ya se les considera camarones (post-larva 1-20), tiene una duración de 12 días aproximadamente, animales con más demanda de alimento y totalmente funcionales, poseen pleópodos para sujetarse y arrastrarse, su alimentación está compuesta por alimento seco y artemia, en esta fase larvaria el animal nada hacia delante gracias a sus pleópodos. (Carvajal, 2021).

Figura 4.

Postlarva VI



Nota. Este gráfico representa la etapa productiva de Postlarva.

Bioseguridad en estadios larvales

Ecuador como primer exportador de camarón a nivel mundial se han visto en la necesidad de desarrollar prácticas de manejo con un alto nivel de bioseguridad enfrentando los desafíos de mantener el control de patógenos dentro de las instalaciones de producción larvaria por lo que es importante aplicar altos estándares de seguridad como uso de equipos sofisticados para desinfección, investigación en dosis de hipocloritos, sales peroximonosulfatos de potasio en incluso la filtración adecuada. (CIBNOR, 2018).

La bioseguridad constituye un pilar primordial en el cultivo de larvas y post-larvas, ayudando a la prevención y control de posibles enfermedades, debida a su alta susceptibilidad a bacterias oportunistas, y provocar enfermedades como el síndrome de zoea, bolitas en el hepatopáncreas o mortalidad temprana. Para mitigar posibles pérdidas económicas es esencial manejar estrategias que reduzcan el riesgo de contaminación, para aquello se sugiere la aplicación de probióticos, ácidos orgánicos y entre otros profilácticos (Guzman, 2019)

2.3. Principales enfermedades bacterianas en estadios larvales

Las enfermedades bacterianas representan una amenaza significativa para el cultivo de camarón, causando altas tasas de mortalidad que pueden llegar al 100% en condiciones adversas. Estas infecciones se propagan rápidamente en sistemas de cultivo con deficiencias en la calidad del agua y manejo inadecuado, comprometiendo la producción y generando

pérdidas económicas considerables. Aunque algunas bacterias pueden establecer relaciones simbióticas beneficiosas, la presencia de patógenos oportunistas convierte a los tanques de cultivo en entornos altamente vulnerables ante proliferaciones de patógenos (Orellana, 2017).

Entre las enfermedades bacterianas más peligrosas se encuentran el Síndrome de Zoea, el Síndrome de Mortalidad Temprana y la Necrosis Hepatopancreática Aguda (AHPND). Estas patologías son causadas por bacterias del género *Vibrio*, especialmente *Vibrio harveyi* y *Vibrio parahaemolyticus*., se consideran patógenos oportunistas que proliferan en ambientes con exceso de fuentes de carbono, cambios bruscos de temperatura y deficiencias en bioseguridad, que pueden desencadenar patologías incontrolables que causan la disminución de las poblaciones de larvas en pocos días, un ejemplo, es *V. parahaemolyticus* que es una patología severa que ha provocado pérdidas superiores al 80% en cultivos de camarón en el noroeste de México desde 2013 (Horacio, 2025).

Pseudomonas, también es considerada una cepa que afecta de forma silenciosa, pero con perjudiciales consecuencias, las exotoxinas que segregan dañan gravemente a las larvas, provocando necrosis y alteraciones en el epitelio, y con dichas afectaciones se convierte en una amenaza latente en los laboratorios de producción, si no se implementan medidas preventivas estrictas, las *Pseudomonas* puede propagarse rápidamente y causar pérdidas catastróficas en los sistemas de cultivo. (Saul et al., 2022)

2.4. Vibriosis

La vibriosis es una enfermedad altamente infecciosa causada por diferentes especies del género *Vibrio*, entre ellos tenemos, *V. harveyi*, *V. parahaemolyticus* y *V. alginolyticus*, que actúan de manera oportunista, ya que normalmente se encuentran en el medio marino y con las condiciones adecuadas para su crecimiento proliferan excesivamente, las condiciones que desencadenan su crecimiento, son las altas temperaturas, altas densidades y manejo inadecuado del cultivo. La contaminación con el organismo de interés sucede por medio del agua o contacto con heridas, que facilita la colonización en tejidos para luego liberar toxinas, hemolisinas y enzimas que producen la melanización o necrosis en los tejidos, especialmente en etapas tempranas, tales como zoea, mysis y postlarva. Entre los síntomas críticos comunes, tenemos una coloración rojiza, a causa de la expansión de los cromatóforos,

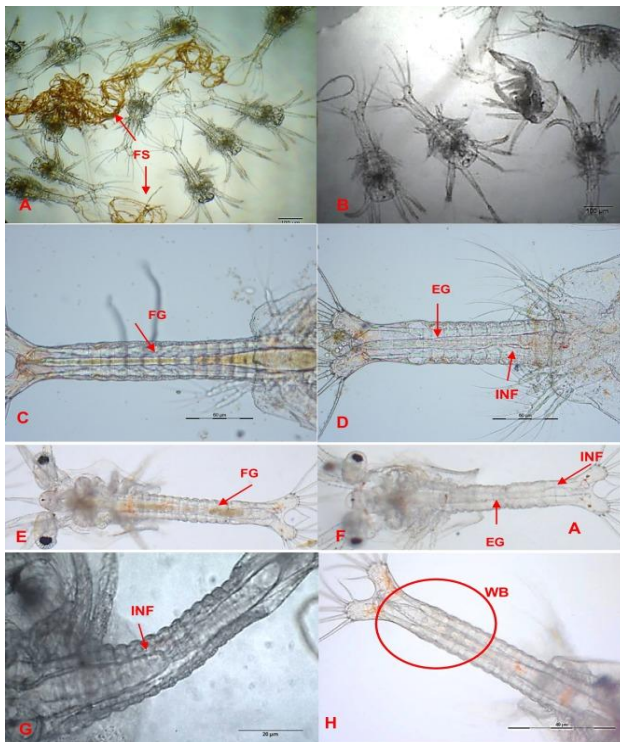
necrosis en la hepatopáncreas, pérdida del apetito y nado lento, para la prevención de estas patologías se recomienda aplicar protocolos eficaces de bioseguridad, acompañado de herramientas biotecnológicas, como ácidos orgánicos, aceites esenciales, prebióticos, y alternativas emergentes como la fagoterapia. Esta enfermedad es una amenaza latente para la sostenibilidad de cultivos intensivos, siendo su control una prioridad (Newman., 2022)

Síndrome de Zoea

El síndrome de Zoea, es una condición que sucede por varios factores, y perjudica el correcto desarrollo de las etapas post embrionarias, especialmente de nauplio a zoea, este síndrome se define por el retraso de una fase a otra, interrumpiendo el proceso de metamorfosis, acompañado de otros síntomas como la deformidad, nado errático y altas mortalidades, aun no se define la causa exacta de este síndrome, sin embargo se puede asociar a déficits nutricionales, alteraciones de la microbiota, residuos de tóxicos en el agua y estrés (Lujan, 2017).

Figura 5.

Sintomatologías por Síndrome de Zoea



Nota. Consiste el sistema digestivo de estos organismos en diferentes etapas de observación y niveles de aumento, destacando las estructuras clave del tracto digestivo, especialmente la forma en que se visualiza el alimento dentro del intestino.

Síndrome de bolitas

El llamado Síndrome de Bolitas es una condición procedente que sobresalta primariamente a juveniles y adultos de camarón blanco *P. vannamei* en sistemas de cultivo intensivo. Se caracteriza por la presencia de heces flotantes en forma de bolitas blancas o filamentosas en la superficie del agua, acompañadas de signos como intestinos vacíos o parcialmente llenos, pérdida de apetito, menor tasa de crecimiento y, en casos severos, aumento de la mortalidad. Aunque su etiología aún no está completamente esclarecida, se ha asociado con disbiosis intestinal, acumulación de bacterias oportunistas como *Vibrio* spp., presencia de microsporidios como *Enterocytozoon hepatopenaei* (EHP), así como estrés ambiental, mala calidad del agua y deficiencias nutricionales. También se ha propuesto que este síndrome podría estar vinculado con disfunción o inflamación de la hepatopáncreas, órgano clave en la digestión y la inmunidad del camarón. El Síndrome de Bolitas representa una amenaza significativa para la productividad y la salud intestinal del camarón, por lo que su comprensión y prevención es clave en la bioseguridad de los cultivos (Intriago, 2024)

Figura 6.

Síndrome de bolitas



Nota. Preparación fresca de larvas de zoea 2. (a) Una larva sana con un tracto digestivo normal. (b–d) Larva afectada, nótese la falta de contenido alimenticio y la presencia de “bolitas” (flechas) en la hepatopáncreas, así como en el intestino superior (punta de flecha).

2.5. Síndrome de la mortalidad temprana (AHPND)

La enfermedad de la necrosis Hepatopancreática Aguda, es una patología de origen bacteriano que afecta particularmente a los primeros estadios de *P. vannamei*, y es causada por una especie en particular *V. parahaemolyticus* que por medio de la producción de toxinas PirA y PirB provocan necrosis en el hepatopáncreas, la expresión de los genes *pirA* Vp y *pirB* Vp puede influir en el grado de virulencia, con cepas Vp AHPND de virulencia moderada que muestran una baja expresión del gen *pirA* (<0,4 expresión relativa) y cepas menos virulentas que muestran una alta expresión génica (expresión relativa 2,1 veces).

Dado que los genes *pirA* Vp y *pirB* V p se encuentran en el mismo operón en el plásmido virulento (pVA1), teóricamente, ambos genes deben expresarse de forma constitutiva y, por lo tanto, mostrar una virulencia similar. Sin embargo, es evidente que también intervienen otros factores. El número de copias de pVA1 está relacionado con la densidad bacteriana. Las proteínas PirA y PirB (o el complejo PirAB Vp) pueden ser secretadas de forma diferencial por las células bacterianas, lo que afecta a su virulencia en el camarón o pueden verse afectadas por modificaciones postraduccionales. Se observó una banda más amplia de proteínas PirA y PirB de cepas más virulentas mediante transferencia Western.

Sin embargo, hasta la fecha, el papel de pVA1, junto con los papeles de las toxinas secretadas, en la virulencia de las cepas bacterianas de AHPND sigue sin estar claro (Soto, 2022)

Figura 7.

Sintomatología de síndrome de mortalidad temprana en engorde



Nota. La septicemia bacteriana, infecciones por *Vibrio* spp., virus como el WSSV (Virus del Síndrome de la Mancha Blanca), o lesiones provocadas por el síndrome de necrosis hepatopancreática aguda (AHPND).

2.6. Implementación de terapia profilácticas para el control bacteriano

La profilaxis en la acuicultura tiene como objetivo la prevención de enfermedades mediante la implementación de estrategias que garanticen un ambiente estable y equilibrado para el desarrollo de los organismos en cultivo. En este contexto, el uso de microorganismos probióticos y compuestos bioactivos de origen animal ha demostrado ser una alternativa eficaz para optimizar el crecimiento y la supervivencia de especies acuáticas sin generar impactos negativos en el ecosistema (Obando, 2023)

Los microbios favorecedores, como bacterias probióticas y simbioses intestinales, ayudan a la homeostasis del microbioma del camarón, optimizando la digestión, la impregnación de nutrientes y la respuesta inmunitaria. Además, su acción competitiva contra patógenos mediante la exclusión competitiva y la producción de metabolitos antimicrobianos disminuye la incidencia de enfermedades infecciosas.

Por otro lado, los productos derivados de organismos acuáticos, como extractos de crustáceos, péptidos antimicrobianos y compuestos inmunoestimulantes, han sido evaluados por su capacidad para modular la respuesta inmune del camarón y promover un desarrollo fisiológico óptimo. Estos biocompuestos pueden mejorar la resistencia a patógenos y reducir la mortalidad en condiciones de cultivo intensivo.

Desde una perspectiva ambiental, la aplicación de estas estrategias de profilaxis minimiza la acumulación de residuos químicos y la propagación de cepas resistentes a antibióticos, favoreciendo un enfoque de producción más sostenible y respetuoso con el medio acuático. En este sentido, la implementación de medidas preventivas basadas en la biotecnología aplicada a la acuicultura representa una solución innovadora para garantizar la sanidad y el rendimiento productivo en el cultivo de *Penaeus vannamei*. (Vega, 2019)

2.7. Uso de profilácticos en cultivos larvarios

Adicional a las estrategias de bioseguridad, se tiene las alternativas profilácticas dirigidas a las fases iniciales de *P. vannamei*, que han demostrado ser herramientas eficaces en el control de patógenos, entre las opciones, tenemos.

Probióticos

Los probióticos en acuicultura se concretan como microorganismos vivos que, administrados en cantidades adecuadas, confieren beneficios a la salud del hospedador y al entorno de cultivo. Su aplicación en sistemas acuícolas, tanto en agua dulce como salada, ha cobrado gran relevancia como estrategia sustentable para mejorar el rendimiento productivo y mitigar el uso de antibióticos. En larvicultura de camarón, los probióticos pueden aplicarse al agua de cultivo o al alimento vivo, promoviendo la colonización de bacterias benéficas en el tracto digestivo de las larvas y desplazando a microorganismos patógenos como *Vibrio* spp.

Los géneros más utilizados incluyen *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Pseudomonas*, *Enterococcus* y *Saccharomyces*, los cuales actúan a través de diversos mecanismos como la competencia por nutrientes y espacio, la producción de compuestos antimicrobianos, la modulación del sistema inmune y la mejora en la digestibilidad de nutrientes.

Además, los probióticos pueden contribuir a la estabilidad del microbiota intestinal, lo que se traduce en una mayor resistencia a enfermedades, mejor conversión alimenticia y mayor supervivencia larval. Su efectividad depende de factores como la cepa utilizada, la dosis, la frecuencia de aplicación y las condiciones ambientales del sistema de cultivo. El uso de probióticos se ha consolidado como una herramienta clave dentro de un enfoque de manejo sanitario integral y bioseguridad en acuicultura intensiva (López, 2017).

Ácidos orgánicos

Los ácidos orgánicos son compuestos obtenidos a través de la fermentación de los carbohidratos, usados ampliamente para la nutrición animal y la inhibición de bacterias patógenas gran negativas y hongos, disminuyen el pH del medio, al ser mezclados con el alimento se mejora su atractibilidad y aprovechamientos de nutrientes (Jiménez .2021) .En las pruebas de ácidos orgánicos que se han realizado a través del tiempo han demostrado una mejora en la supervivencia y el manejo de post larvas donde las condiciones fueron favorables en todo momento evaluando el desempeño de los tratamientos. (Mayer. 2021).

El uso de las mezclas de ácidos orgánicos demostró un aumento en la productividad, sobrevivencia y crecimiento en los tanques de cultivos, debido a un buen manejo junto al mantenimiento de los parámetros óptimos, los ácidos orgánicos son una herramienta valiosa

para el manejo de los ciclos de producción debido a su efecto y eficiencia (SVA, 2021). En la larvicultura se pueden describir diversos ácidos orgánicos que al adicionar a los alimentos se puede evidenciar un aumento y mejora en las condiciones en las que se encuentra un tanque, mejora la digestibilidad y aumenta la supervivencia. Con un mínimo de 5×10^{-1} y hasta un máximo de 9×10^{-3} de tratamiento de los ácidos orgánicos sería la dosis perfecta para la inhibición de los vibrios (Jiménez, 2021).

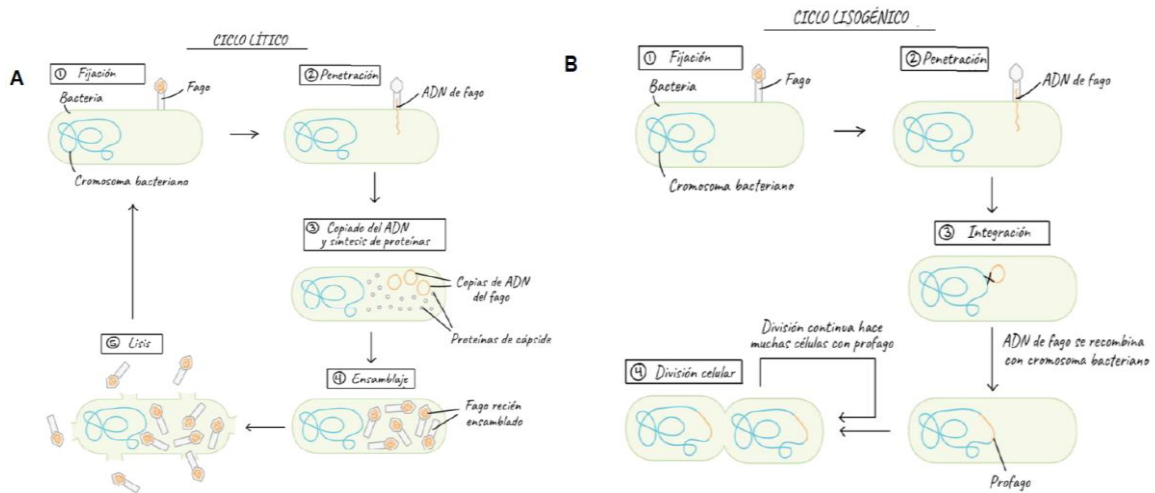
Bacteriófagos

Los fagos o bacteriófagos desempeñan un papel crucial en el control de poblaciones bacterianas en los ecosistemas acuáticos, incluyendo los sistemas de cultivo de camarón. Estos virus altamente especializados infectan y eliminan bacterias de manera específica, actuando como una alternativa natural y eficaz para el manejo de enfermedades bacterianas en la acuicultura (Lozano, 2020).

Estudios desarrollados Lozano (2020), menciona que, los bacteriófagos son virus que infectan y lisan bacterias en forma especie-específica y se encuentran en abundancia en el agua de mar, en alrededor de 1×10^{30} bacteriófagos por litro de agua de mar. El término bacteriófago proviene del griego “baktrón” que significa bacteria y “phagos” que hace referencia a ‘que se alimenta’, de tal forma que la unión de los dos términos hace alusión a que se alimentan de bacterias. Los bacteriófagos también han sido aislados de sedimento terrestre; por lo que son considerados como “la forma de vida más abundante y ubicua en la tierra”.

Figura 8.

Fases de fagos



Nota: Representación gráfica de los (A) Ciclos líticos y (B) Ciclos lisogénicos de bacteriófagos

En el agua de mar, los bacteriófagos se adhieren a las bacterias hospedadoras e inyectan su material genético, desencadenando un proceso de replicación que culmina en la lisis celular, es decir, la destrucción total de la bacteria. Este mecanismo no solo regula la abundancia de microorganismos patógenos, sino que también reduce la dependencia de antibióticos en la acuicultura, minimizando el riesgo de resistencia bacteriana (Lozano, 2020). El uso de fagos específicos contra patógenos como *vibrio parahaemolyticus* principal causante de la Necrosis Hepatopancreática Aguda (AHPND) ha demostrado ser una estrategia prometedora para mitigar brotes de enfermedades en cultivos de *Penaeus vannamei*.

Investigaciones recientes han destacado su eficacia en la reducción de la carga bacteriana sin afectar el microbiota beneficioso del ambiente de cultivo, lo que mejora la supervivencia y el rendimiento de los camarones (Lozano, 2020). En la actualidad la lucha contra las bacterias se ha visto en la necesidad de buscar nuevas alternativas para el control de patógenos, los fagos presentan variabilidad provocando lisis en los patógenos con varias ventajas frente a otros compuestos como los antibióticos.

Los fagos virulentos afectan únicamente a bacterias determinadas, sin alterar al microbioma adyacente. Por ello, para incrementar el rango de bacterias a eliminar, se recurre a mezclas de bacteriófagos. Esta estrategia representa, además, una forma de aplicación más

confiable, ya que, al emplear un solo fago, las bacterias pueden generar resistencia. No obstante, dicha resistencia se manifiesta principalmente cuando hay una alta concentración de una única cepa bacteriana, como en cultivos puros, en contraste con entornos donde coexisten diversas especies bacterianas. Aun así, debido a mecanismos de coevolución entre el huésped y los fagos, la aparición de bacterias resistentes estimula la evolución de nuevos fagos específicos capaces de atacarlas (Moyano, 2019).

2.8. Medios de cultivo en microbiología

Está definida como las técnicas de métodos y técnicas utilizadas para identificar y controlar agentes patógenos e infecciosos, podemos asignar una especie mediante el aislamiento bacteriano, detección e identificación bacteriana. (Microbioma, 2020). En todo laboratorio de microbiología es importante conocer diversos métodos de detección de vibrios, sin embargo, uno de los más conocidos es mediante agar TCBS en el cual se logran identificar vibrios de diferentes tipos y colonias a través de observación e identificación bioquímica y morfología de sus colonias (Soluap, 2019). Los agentes patógenos tienen diferentes necesidades nutricionales para desarrollarse, donde uno de los principales compuestos son las sacarosas o azúcares lo que es su principal compuesto para la formación de colonias. El pH influye drásticamente en que puede modificar la carga nutricional (Baque, 2024).

TCBS

Es uno de los medios para detección de vibrios selectivos inhibiendo el crecimiento de otras especies de bacterias como las *Pseudomonas*, entre otras, gracias al pH y al cloruro de sodio se puede diferenciar cada tipo de *V. cholerae*, *V. parahaemolyticus* y *V. vulnificus* debido a su capacidad para fermentarse en la sacarosa (Miosottys, 2023).

Cetrimida

El agar más selectivo para la *Pseudomonas aeruginosa* y otras especies de mismo género, su funcionamiento se basa en la selectividad mediante la peptona de gelatina que aporta nutrientes para el desarrollo de las *Pseudomonas*. (Britania, 2020) Las colonias de bacterias sembradas en los diferentes medios de cultivo están conformadas por más de una célula por lo que el tamaño de la misma dependerá del número de organismo en las muestras, por lo que tiene particularidades de crecimiento, movilidad y manera en la que se presenta en los agares de siembra (Escolar, 2023).

Cromagar vibrio

El Cromagar Vibrio es un medio cromogénico utilizado para aislar y diferenciar bacterias del género *Vibrio* en muestras ambientales, acuícolas y alimentarias. Contiene nutrientes, sales biliares y sustratos cromogénicos que permiten el crecimiento selectivo y la identificación visual por el color de las colonias. Su alta especificidad lo hace útil en diagnósticos acuícolas, facilitando la detección de especies patógenas como *V. cholerae*, *V. parahaemolyticus* y *V. vulnificus*.

En el contexto de la acuicultura, especialmente en larvicultura de camarón, su aplicación resulta fundamental para el monitoreo microbiológico del agua de cultivo, del alimento vivo y de las larvas, contribuyendo a la prevención de brotes de enfermedades bacterianas como la vibriosis. Su uso en combinación con otras técnicas como la tinción de Gram, pruebas bioquímicas y PCR, mejora significativamente la vigilancia sanitaria en laboratorios de producción (Yagual, 2023)

2.9. Protocolo de manejo

Dentro de cada laboratorio de producción larvaria debe contener las dosis, tipos, horarios y análisis para una dieta enriquecida para la buena nutrición de las larvas que contenga suplementos, vitaminas, bacterias, entre otros. Sin embargo, el manejo por parte del personal debe ser estricto para obtener un mejor ciclo productivo (Suárez, 2023)

2.10. Supervivencia y sanidad

Las capacidades de producción en cada laboratorio están definidas por la supervivencia y sanidad del área de cultivo, los cuales son indicadores de eficiencia y éxito en la producción, para obtener la supervivencia de los cultivos en los laboratorios se calcula como el porcentaje de organismos vivos al final del ciclo productivo, dividido por el número de organismos vivos sembrados al inicio del ciclo productivo.

El plan de manejo, o sistema de producción animal, afecta directamente el desarrollo de los animales y sus procesos fisiológicos, incluyendo la producción de sustancias biológicas activas. Estas sustancias, si no son controladas, pueden ser perjudiciales para el medio ambiente de cultivo (Saul, 2022).

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Concentración mínima inhibitoria in vitro (MIC)

Para determinar la dosis mínima inhibitoria (MIC) de una mezcla de ácidos orgánicos frente a *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus* y *Pseudomonas* spp., se inició con la preparación de diluciones seriadas de la mezcla en caldo nutritivo estéril. Utilizando la fórmula $C1V1 = C2V2$, se calcularon las concentraciones deseadas en partes por millón (ppm), asegurando una distribución precisa de los tratamientos. Cada dilución fue inoculada con una suspensión bacteriana previamente ajustada a una turbidez equivalente al tubo 0.5 de la escala de McFarland, lo que garantiza una concentración estandarizada de microorganismos. Las muestras se colocaron en microplacas o tubos de ensayo, según el protocolo, y se incubaron a una temperatura controlada de 28 a 30 °C durante un periodo de 18 a 24 horas. Este tiempo permitió observar el efecto inhibitorio de los ácidos sobre el crecimiento bacteriano. Se incluyeron controles positivos (bacterias sin tratamiento) y negativos (medio sin bacterias) para validar la confiabilidad del ensayo. (Diaz, 2020)

Tras la incubación, se evaluó el crecimiento bacteriano visualmente o mediante espectrofotometría, dependiendo de la sensibilidad requerida. La concentración más baja de la mezcla de ácidos en la que no se observó crecimiento visible fue registrada como la MIC para cada cepa. Este procedimiento se repitió de forma individual para cada una de las bacterias evaluadas, permitiendo comparar su susceptibilidad frente al tratamiento. Los resultados obtenidos ofrecieron una visión clara sobre la eficacia antimicrobiana de la mezcla, revelando diferencias en la sensibilidad entre especies del género *Vibrio* y *Pseudomonas* spp. Esta información es clave para el desarrollo de estrategias de control bacteriano en ambientes acuáticos o clínicos. Además, el ensayo MIC proporciona una base cuantitativa para futuras investigaciones sobre sinergias entre compuestos orgánicos y su aplicación en biocontrol.

3.2. Determinación del MIC de fagos

En el desarrollo experimental, se colocaron 200 µL de la mezcla control compuesta por fagos sin presencia bacteriana en los pocillos destinados a controles. A continuación, en los demás pocillos se añadieron 200 µL de las diluciones correspondientes de fagos, seguidos

de 20 μL del inóculo bacteriano. Posteriormente, las placas fueron incubadas a una temperatura constante de 24 °C. Como parte del monitoreo, las lecturas de turbidez se realizaron a partir de las 18 horas de incubación. Según Anangón (2021), este procedimiento permite evaluar la eficacia del tratamiento desde etapas tempranas del crecimiento bacteriano.

Para garantizar la precisión del ensayo, es indispensable partir de un aislamiento puro de la bacteria patógena en fase estacionaria. Seguidamente, se preparan las diluciones seriadas del fago utilizando el sobrenadante del cultivo, el cual debe agitarse vigorosamente con vórtex antes de cada dilución. Cada tubo se pipetea durante ocho segundos para asegurar la homogeneización. Las diluciones deben prepararse en proporción 1:10, mezclando 100 μL del fago con 900 μL de buffer SM. Este procedimiento asegura la obtención de un gradiente adecuado para observar el efecto del fago sobre la bacteria. Así, se obtienen concentraciones precisas para su posterior análisis.

Una vez listas las diluciones, se extraen 100 μL de cada una (particularmente de las diluciones -6, -7 y -8) en tubos Eppendorf, considerando además la duplicación de cada muestra. A estos tubos se les añade 200 μL de una suspensión bacteriana cargada, proveniente también de cultivos en fase estacionaria. Luego, esta mezcla se deja en incubación durante un período de 5 a 10 minutos, permitiendo que los fagos interactúen con las bacterias. Esta etapa es crucial, ya que determina la eficiencia de adsorción del fago. Por consiguiente, se recomienda trabajar bajo condiciones controladas para asegurar resultados fiables.

Después del tiempo de incubación, la mezcla se transfiere a tubos que contienen 3 mL de agar blando, previamente mantenido a 40 °C en baño María. Esta preparación se vierte en placas de agar TSA, distribuyéndola uniformemente sobre la superficie. Dependiendo de la calidad de los fagos y la técnica aplicada, los resultados pueden observarse entre las 24 horas y hasta una semana. Finalmente, las áreas de lisis bacteriana, conocidas como calvas, se desarrollan sobre la placa. Estas zonas se cuantifican como Unidades Formadoras de Placa (UFP), permitiendo medir con precisión la actividad lítica del tratamiento aplicado.

3.3. Desafío experimental en producción

Área de estudio

El bioensayo será desarrollado en un laboratorio de producción de postlarvas, que se encuentra ubicado a aproximadamente 1 kilómetro de la parroquia Anconcito en el sector denominado la Diablica, del cantón Salinas, perteneciente a la provincia de Santa Elena – Ecuador, las coordenadas exactas del laboratorio (-2.3070347, -80.8994948).

Figura 9.

Playa De Punta Carnero

Fuente: Google Earth

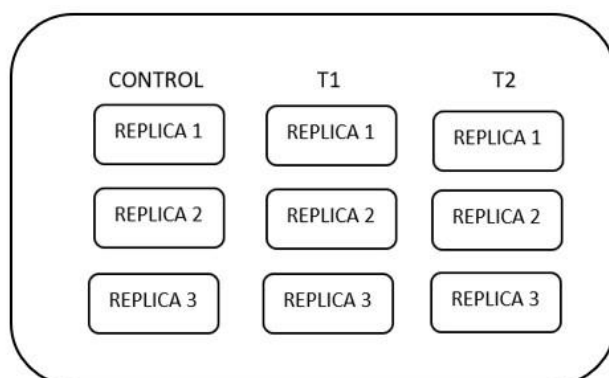
Características de los tanques de producción

Los tanques donde se realizarán los bioensayos son rectangulares de cemento



fornados con liners, con una capacidad máxima de 18 T. El abastecimiento del agua de mar en el laboratorio, se lo realizara mediante toma abierta por 2 absorbentes; para mantener la temperatura de los tanques se utilizó un sistema de calentamiento por medio de un caldero Bunker, y para proporcionar oxígeno un Blower de 10 H.P.

Bioensayo experimental



Las larvas serán obtenidas de la maduración con la que decida trabajar el laboratorio, y se sembrará a una densidad de siembra de 120 nauplios/L. Los bioensayos se realizarán en los siguientes estadios Zoea, Mysis y Postlarva, cada tratamiento corresponderá a tres réplicas: control (sin tratamiento, T1 (AO) y T2 (terapia de fagos). En cuanto a la alimentación y parámetros de producción lo manejará el laboratorio donde se realizará la prueba.

3.4. Desafío experimental

Obtención de postlarvas

Las larvas se obtendrán de laboratorio donde haremos los bioensayos, se trabajarán peceras de 5 L, y se sembrará una densidad 100-120 larvas/L.

Selección de la cepa

La cepa Ba94C2 de *V. parahaemolyticus* que pertenece a la colección de cepas del Laboratorio de análisis Novagestion. Esta cepa es causante de altas mortalidades por AHPND en juveniles y larvas de camarón, será utilizada como cepa bacteriana patógena para evaluar a los ácidos orgánicos y fagos.

Modelo de ensayo (infección)

Para el siguiente ensayo se requiere realizar 3 réplicas por cada tratamiento donde se tendrá un control negativo sin adición de terapia de fagos y 3 con adición de terapia de fagos en diferentes dosis según cada estadio.

Tabla 1.*Dosis aplicadas en los distintos estadios en peceras*

ESTADIO	DOSIS	REPLICAS
ZOEA	Control negativo	1
		2
		3
	0,0005 ml/l	1
		2
		3
	0,0010 ml/l	1
		2
		3
	0,0020 ml/l	1
		2
		3
MYSIS	Control negativo	1
		2
		3
	0,0020 ml/l	1
		2
		3
	0,0040 ml/l	1
		2
		3
	0,0060 ml/l	1
		2
		3
POSTLARVA V	Control negativo	1
		2
		3
	0,0080 ml/l	1
		2
		3
	0,0100 ml/l	1
		2
		3
	0,0120 ml/l	1
		2
		3

Nota: En la tabla presente se muestran las dosis usadas en los estadios de zoea, mysis y postlarva

Figura 10.

Tratamiento donde se tendrá un control negativo sin adición de fagos y 3 con diferentes dosis de fagos.



Nota. Grupos numerados del 1 al 3, cada uno compuesto por cuatro recuadros. Cada recuadro representa un tratamiento o condición experimental con diferentes dosis para evaluar el efecto de la terapia frente a la carga patógena.

Patología en fresco

La enfermedad de la vibriosis se da por diversas cepas de *vibrios* los signos patológicos que se logra observar directamente para reconocer dicha enfermedad es el elevado rango de estrés que presenta el camarón como: natación errática, cromatóforos expandidos, musculo contraído, anorexia y también opacidad muscular (Carrera, 2022).

Parámetros físicos químicos

Durante el estudio experimental se realizará un seguimiento de los parámetros fisicoquímicos: temperatura, salinidad potencial de hidrogeno. estos serán tomados dos veces al día (mañana y tarde).

Parámetros de calidad de agua

Se llevará a cabo la realización de análisis de calidad de agua mediante espectrofotómetro: calcio, potasio, magnesio, alcalinidad, amonios y nitritos, con el fin de corroborar que estos parámetros estén dentro de los rangos óptimos y no alteren los resultados finales

Muestreos biológicos

Para determinar el crecimiento se realizará muestreos diarios, donde se elegirá de forma aleatoria 100 postlarvas, de las que se tomaron los datos biométricos (longitud total y peso promedio); para el registro de la longitud total (LT) se midiera individualmente las postlarvas desde el extremo distal de la espina rostral hasta la punta del telson (mm), con un vernier digital de 0,01 de precisión. En cambio, para el registro del peso (g), se procederá a pesar el total de las postlarvas con una balanza analítica de 0,01 de precisión (Anzoategui, 2022).

Parámetros productivos de evaluación

Para la comparación del crecimiento y supervivencia entre los diferentes tratamientos, se empleará los siguientes métodos de evaluación (Loqui, et al. 2021):

3.5. Tasa de crecimiento específica

$$TCE = \frac{\ln W_f - \ln W_i}{d} \times 100$$

Dónde: $\ln W_f$ y $\ln W_i$: logaritmo natural del peso final e inicial de las postlarvas respectivamente, la d : periodo de días transcurrido (García-López et al., 2003).

Factor de conversión alimenticia

$$FCA = \frac{PSAS}{PG}$$

Dónde: PSAS= Peso seco del alimento suministrado. PG= Peso ganado (Zafra et al., 2019)

Supervivencia

Se calcula con el número de individuos inicial X100, dividido para el total de individuos obtenido al final (Mirabent et al., 2020)

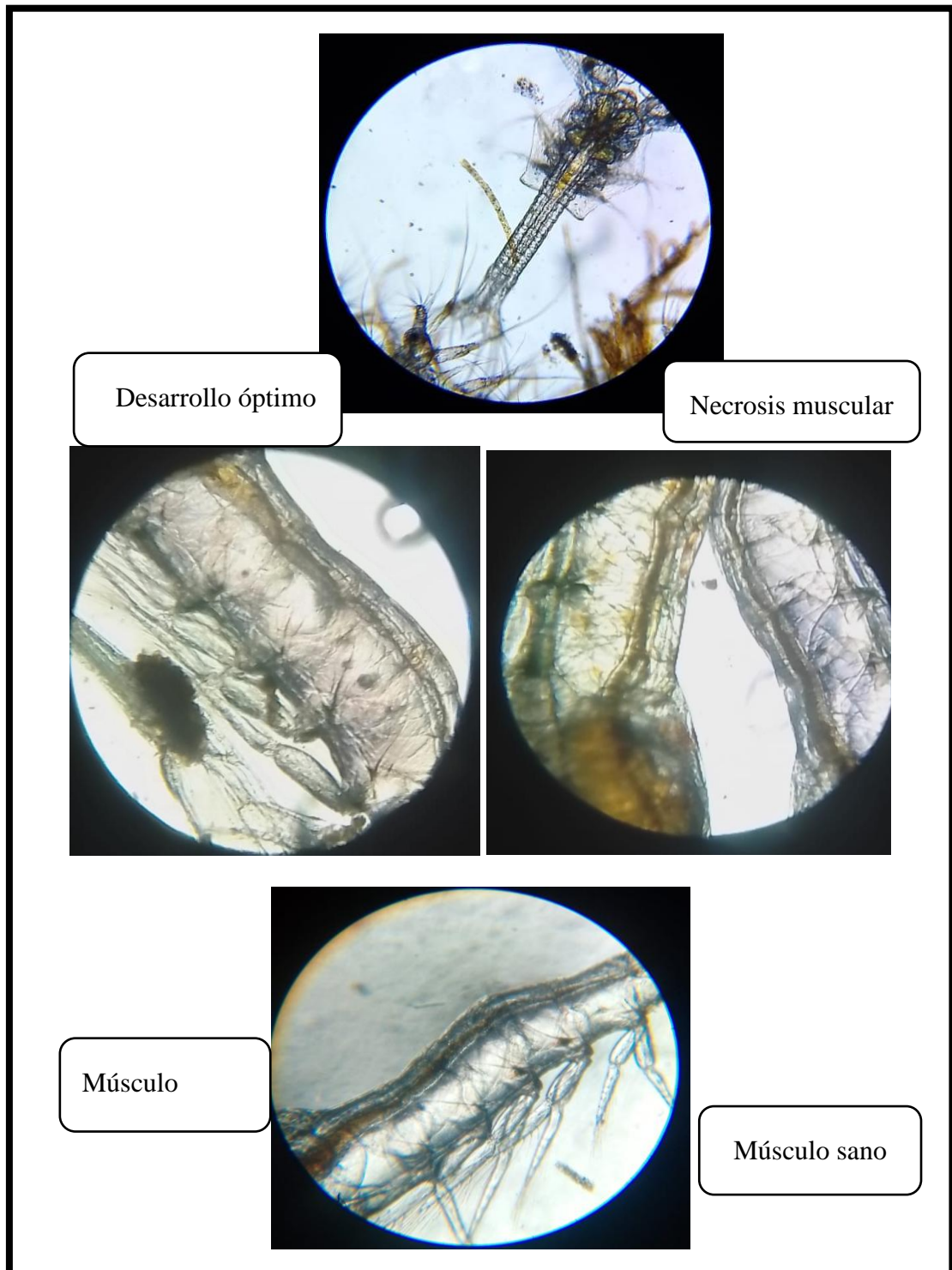
$$= \frac{N^\circ \text{ de larvas final}}{N^\circ \text{ de larvas inicial}} \times 100$$

Salud larvaria

La salud larvaria se categorizó mediante una tabla referencial, que nos ayudó a identificar el grado de severidad, calificando según la tabla expresada en métodos (0 a 4), se observaron al microscopio las branquias, el músculo y los apéndices, estas observaciones se llevaron a cabo en cada uno de los estadios y sub-estadios como respuesta a las dosis y tratamientos aplicados, las principales observaciones se basaron en el oscurecimiento del musculo o melanización en apéndices, siendo una respuesta física por posibles infecciones causadas por bacterias patógenas que tienen una acción citóxica, que es la liberación de toxinas en el organismo. Los tratamientos evaluados fueron etiquetados de la siguiente manera: control, ácidos orgánicos (AO) y terapia de fagos (FA).

Figura 11.

Observaciones microscópicas



Nota. Se observa claramente el cuerpo alargado y segmentado del organismo, estructuras complejas como apéndices y ojos compuestos (oscurecidos), y otros organismos más pequeños alrededor, lo cual es común en muestras de plancton o cultivo larvario.

Observaciones en Zoea

En las observaciones directas mediante el microscopio en los sub-estadios Zoea I, Zoea II y Zoea III, no se observaron deformidades y necrosis que indique una afectación a la salud larvaria inicial, esto responde a los pocos días de cultivo, sin embargo, la incidencia de deformidades en el estadio Zoea de *Penaeus vannamei* puede alcanzar entre el 5% y el 20%, afectando negativamente la supervivencia y el desarrollo larvario. Estas malformaciones, como anomalías en apéndices o el telson, suelen deberse a deficiencias nutricionales, mala calidad del agua o infecciones bacterianas.

Las larvas deformes presentan menor capacidad de alimentación y movilidad, lo que incrementa su vulnerabilidad y reduce la tasa de muda. Este problema puede generar pérdidas significativas en la fase larvaria si no se corrige a tiempo. Por ello, es clave el monitoreo riguroso de parámetros ambientales y de manejo. Detectar y corregir estas fallas mejora la calidad y viabilidad del cultivo.

Tabla 2.

Reporte de salud larvaria en el estadio Zoea

Ciclo de producción	Observación	Zoea I	Zoea II	Zoea III
CONTROL	1 Deformidad	0	0	0
	2 Necrosis en apéndices	0	0	0
	3 Necrosis muscular	0	0	0
AO	1 Deformidad	0	0	0
	2 Necrosis en apéndices	0	0	0
	3 Necrosis muscular	0	0	0
FA	1 Deformidad	0	0	0
	2 Necrosis en apéndices	0	0	0
	3 Necrosis muscular	0	0	0

Nota: Representación de la calificación patológica de los diferentes tratamientos aplicados (ácidos orgánicos y terapia de fagos) en los subestadios zoea I, zoea II, zoea III.

Observaciones en Mysis

La siguiente etapa crucial para el éxito del cultivo de camarón es el estadio mysis, en este estadio se observó una presencia leve de necrosis principalmente en los tratamientos

con la terapia de fagos, se asume que esta anomalía se debe a que la terapia de fagos no tiene una respuesta de amplio espectro para las diferentes cepas bacterianas, al contrario de los ácidos orgánicos que mantuvieron un efecto antimicrobiano de alto alcance por su mecanismo de acción.

Tabla 3.

Reporte en la salud larvaria en el estadio Mysis

Ciclo de producción		Observación	Mysis I	Mysis II	Mysis III
CONTROL	1	Deformidad	0	0	0
	2	Necrosis en apéndices	0	0	0
	3	Necrosis muscular	0	1	1
AO	1	Deformidad	0	0	0
	2	Necrosis en apéndices	0	0	0
	3	Necrosis muscular	0	0	0
FA	1	Deformidad	0	0	0
	2	Necrosis en apéndices	0	1	1
	3	Necrosis muscular	0	1	1

Nota: Representación de la calificación patológica de los diferentes tratamientos aplicados (ácidos orgánicos y terapia de fagos) en los subestadios mysis I, mysis II, mysis III.

Observaciones en Postlarva

Los tratamientos con ácidos orgánicos presentan tendencia a la disminución de necrosis en branquias, apéndices y músculos; las diferencias entre el control y el tratamiento AO (ácido orgánico), radican en la composición y concentración de ácidos orgánicos, por otro lado, la terapia de fagos no evita ni disminuye la afectación en los tejidos.

Tabla 4.*Reporte en la salud larvaria en el estadio Postlarva I a V*

Ciclos de producción	Observación	PL I	PL II	PL III	PL IV	PL V
CONTROL	1 Necrosis branquial	0	0	0	1	1
	2 Necrosis en apéndices	0	0	0	2	1
	3 Necrosis muscular	1	0	1	2	2
AO	1 Necrosis branquial	0	0	0	1	1
	2 Necrosis en apéndices	0	0	0	0	1
	3 Necrosis muscular	0	0	0	2	1
FA	1 Necrosis branquial	0	0	2	2	1
	2 Necrosis en apéndices	1	2	2	2	1
	3 Necrosis muscular	2	2	2	1	1

Nota: Representación de la calificación patológica de los diferentes tratamientos aplicados (ácidos orgánicos y terapia de fagos) en los subestadios postlarva I a Postlarva V

Tabla 5.*Reporte en la salud larvaria en el estadio Postlarva VI a XII*

Ciclos de producción	Observación	PL VI	PL VII	PL VIII	PL VIII	PL X
CONTROL	1 Necrosis branquial	2	2	1	0	1
	2 Necrosis en apéndices	1	1	0	0	1
	3 Necrosis muscular	2	2	1	1	2
AO	1 Necrosis branquial	0	1	1	2	1
	2 Necrosis en apéndices	0	0	1	1	1
	3 Necrosis muscular	1	2	1	1	2
FA	1 Necrosis branquial	2	1	2	2	1
	2 Necrosis en apéndices	2	1	1	1	2
	3 Necrosis muscular	2	1	2	1	1

Nota: Representación de la calificación patológica de los diferentes tratamientos aplicados (ácidos orgánicos y terapia de fagos) en los subestadios postlarva VI a Postlarva X

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Análisis de datos

Los datos se analizarán por medio de un ANOVA de dos vías para identificar los efectos de la infección, se realizará un análisis post hoc Tukey para determinar si existen diferencias entre los tratamientos. Para la supervivencia y crecimiento se aplicará el método Kaplan-Meier, donde se generará una curva de supervivencia y crecimiento.

4.2. Resultados

En el presente estudio se evaluaron dos alternativas de aditivos, con el fin de lograr controlar infecciones producidas por bacterias patógenas que causan mortalidades en etapas tempranas de *P. vannamei*, estas alternativas son ácidos orgánicos y una innovadora herramienta tecnológica como lo es la terapia de fagos; como primera instancia fue seleccionar y determinar las dosis óptimas a nivel *in vitro* que inhiban el crecimiento de las colonias de los siguientes patógenos: *V. alginolyticus*, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus* y *Pseudomonas spp.*

4.2.1. Determinación de dosis de ácido orgánico

Para la determinación de la cantidad de ácidos orgánicos a usar, se realizó un análisis a nivel *in vitro* sobre la concentración mínima inhibitoria (MIC), previamente seleccionadas las cepas que causan altas mortalidades en la producción de larvas y post-larvas. El análisis MIC indicó que existen variaciones en la dosis, según la cepa bacteriana, siendo para *V. parahaemolyticus*, una concentración inhibitoria de 400 ppm, para *V. vulnificus* y *Pseudomonas spp.* resultó en 600 ppm, y finalmente para *V. alginolyticus* en 100ppm.

Tabla 6.*Concentración mínima inhibitoria*

CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA EN ACIDOS ORGÁNICOS (ÁCIDO FORMICO, ÁCIDO LACTICO & ÁCIDO PROPIONICO)										
Cepas Bacteriana	Concentraciones en ppm/Resultados en mm									
	1000 ppm	900 ppm	800 ppm	700 ppm	600 ppm	500 ppm	400 ppm	300 ppm	200 ppm	100 ppm
<i>V. parahaemolyticus</i>	N	N	N	N	N	N	N	P	P	P
<i>V. vulnificus</i>	N	N	N	N	N	P	P	P	P	P
<i>V. alginolyticus</i>	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>Pseudomonas sp.</i>	N	N	N	N	N	P	P	P	P	P

Nota: Representación de las dosis mínimas inhibitorias de ácidos orgánicos, para los diferentes patógenos que afectan el cultivo de etapas tempranas de *p. vannamei*

Los resultados demuestran que los ácidos orgánicos pueden ser útiles como agentes antimicrobianos selectivos, particularmente contra *V. parahaemolyticus* y *Pseudomonas sp.*, en concentraciones moderadas. Sin embargo, su eficacia es limitada frente a cepas más resistentes como *V. alginolyticus*, lo que plantea la necesidad de combinaciones con otros tratamientos como fagoterapia o aceites esenciales. Asimismo, la variabilidad en la respuesta bacteriana resalta la importancia de realizar pruebas previas de sensibilidad antes de su aplicación en sistemas acuícolas. Esta estrategia permite optimizar el uso de biocidas naturales, reduciendo el riesgo de resistencia microbiana y mejorando la bioseguridad en el cultivo de *Penaeus vannamei*.

4.2.2. Determinación de dosis en terapia de fagos

Se llevó a cabo un protocolo de validación, ya que inclusive el fabricante no cuenta una metodología que respalde a nivel in vitro el efecto bacteriostático y bactericida sobre las bacterias del género vibrio, lo que válida como protocolo inicial los ensayos que se realizaron en este estudio, con los bioensayos preliminares se definió una metodología precedente para justificar su aplicación en larvicultura, donde aún no existen resultados e inclusión del producto en los protocolos rutinarios.

El efecto bactericida vario de un estadio a otro, en zoea los *V. parahemolyticus* y *V. vulnificus*, fueron controlados a una dosis de 0,0020 ml/L, en cambio en mysis también funciono controlando *V. parahemolyticus*, *V. vulnificus* y *pseudomonas* a una dosis de 0,0020 ml/L, hubo un ligero control con *V. alginolyticus* a dosis de 0,0060 ml/L, en postlarva el comportamiento bactericida fue distinto, no hubo un control para *V. alginolyticus*, pero si para *V. parahemolyticus* y *V. vulnificus* a una dosis de 0,0080 ml/L. Demostrando a nivel in vitro, que la terapia de fagos si inhibe el crecimiento de *V. parahemolyticus*, *V. vulnificus*, y que esta inhibición está ligada a la dosis según el estadio.

Tabla 7.

Concentración mínima inhibitoria en el estadio zoea, en peceras

CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA EN TERAPIA DE FAGOS EN EL ESTADIO ZOE A				
ESTADIO	ZOE A			
Bacterias	Control negativo	0,0005 ml	0,0010 ml	0,0020 ml
<i>V. alginolyticus</i>	P	P	P	P
<i>V. Parahemolyticus</i>	P	P	P	N
<i>V. Vulnificus</i>	P	P	P	N
<i>Pseudomonas</i>	P	P	P	P

Tabla 8.

Concentración mínima inhibitoria en el estadio mysis, en peceras

CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA EN TERAPIA DE FAGOS EN EL ESTADIO MYSIS				
ESTADIO	MYSIS			
Bacterias	Control negativo	0,0020 ml	0,0040 ml	0,0060 ml
<i>V. alginolyticus</i>	P	P	P	N
<i>V. Parahemolyticus</i>	P	N	N	N
<i>V. Vulnificus</i>	P	N	N	N
<i>Pseudomonas</i>	P	N	N	N

Tabla 9.

Concentración mínima inhibitoria en el estadio postlarva, evaluado en peceras

CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA EN TERAPIA DE FAGOS EN EL ESTADIO POSTLARVA				
ESTADIO	POSTLARVA			
Bacterias	Control negativo	0,0080 ml	0,0100 ml	0,0120 ml
<i>V. alginolyticus</i>	P	P	P	P
<i>V. Parahemolyticus</i>	P	N	N	N
<i>V. Vulnificus</i>	N	N	N	N
<i>Pseudomonas</i>	P	P	N	N

4.2.3. Análisis *in vitro* microbiológicos

Dinámica de crecimiento *V. alginolyticus*

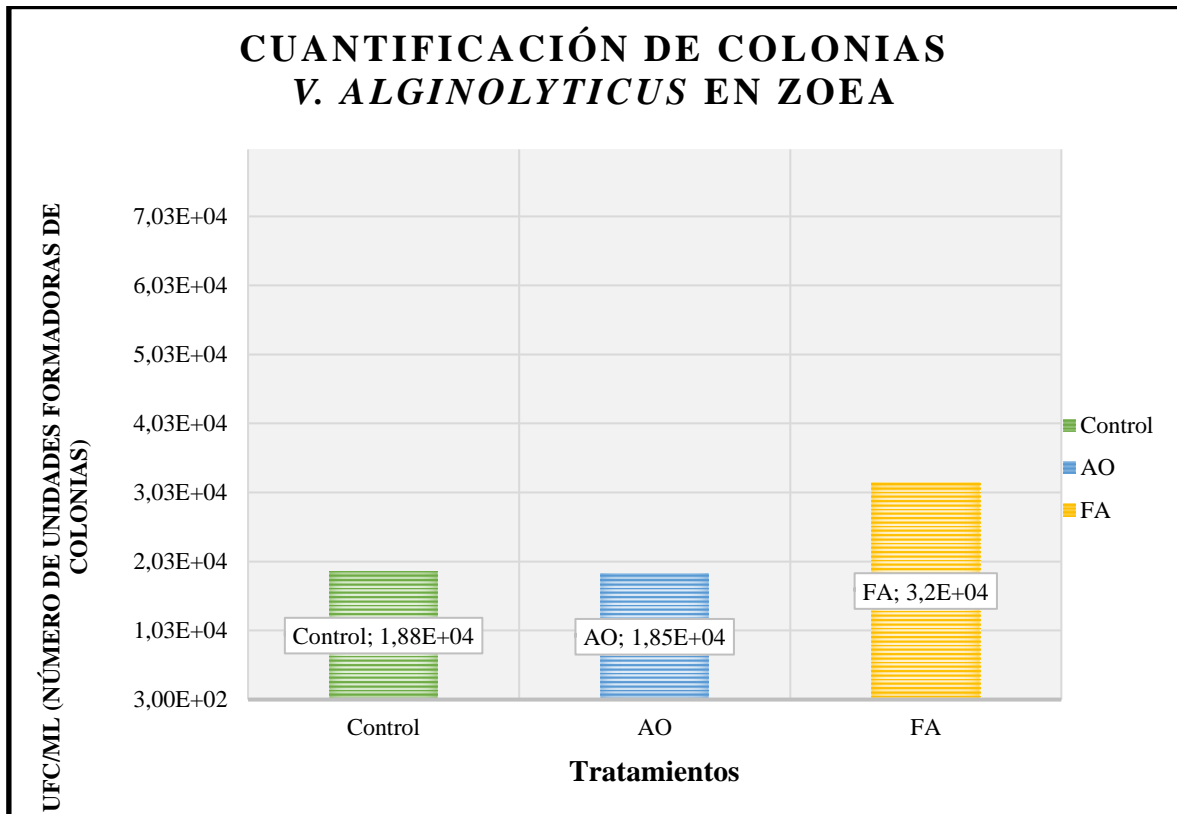
Se calcularon estadísticas descriptivas para cada uno de los tratamientos en los distintos estadios de desarrollo larvales (Zoea, Mysis, Postlarva3 y Postlarva7). Las variables consideradas incluyeron la media, desviación estándar, error estándar y los intervalos de confianza al 95% para la media, asimismo, se evaluó la homogeneidad de varianzas. En el caso de *V. alginolyticus*, el análisis descriptivo mostró que el tratamiento con terapia de fagos presentó una media significativamente mayor en el estadio Mysis, en comparación con el tratamiento con ácido orgánico y el control. La prueba de Anova indicó homogeneidad de varianzas ($p > 0,05$), indicando que no existieron diferencias significativas.

Dinámica de crecimiento basada en las medias estadísticas en Zoea en *V. alginolyticus*

Zoea es la primera etapa en larvicultura, y en este caso las cargas bacterianas iniciales oscilaron entre $1,88E+04$ a $3,2E+04$, siendo la carga menor para el tratamiento control y la mayor para la terapia de fagos, cabe recalcar que estadísticamente los tratamientos no difieren entre sí ($p < 0,05$), sin embargo, se indica que estas concentraciones de bacterias están cerca del límite de los rangos permitidos $< E+04$.

Figura 12.

Cuantificación de colonias

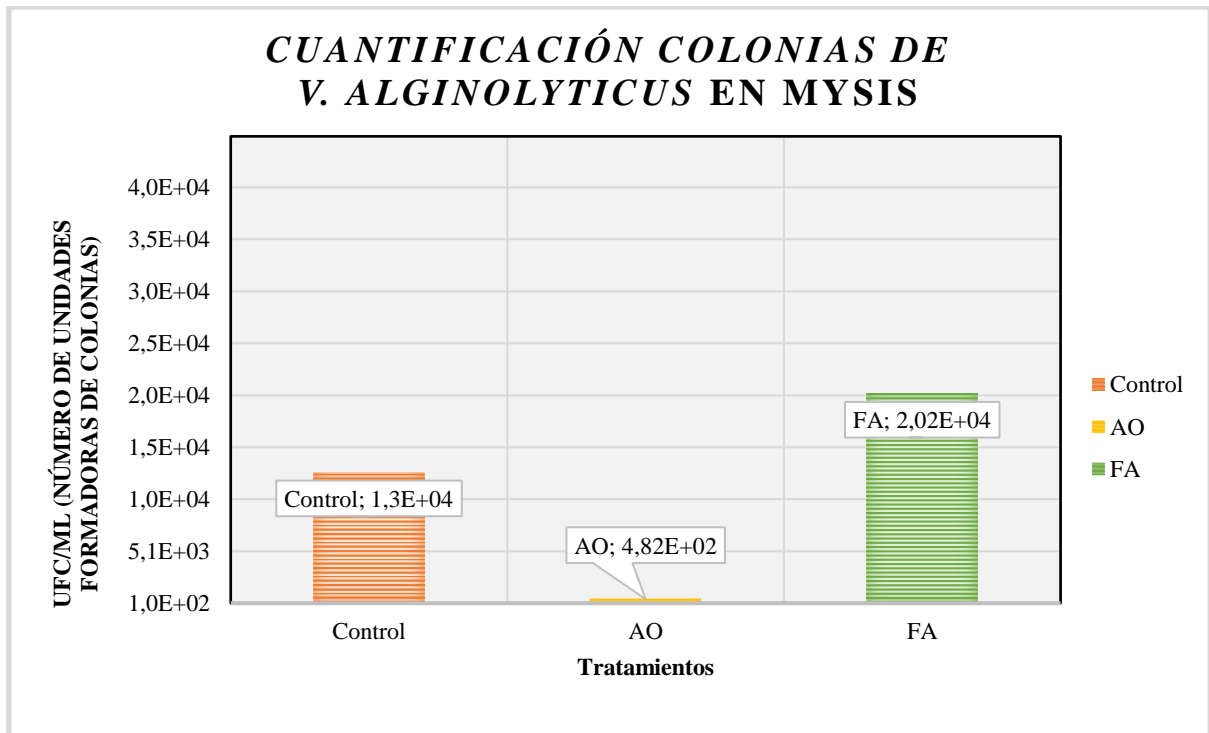


Dinámica de crecimiento basada en las medias estadísticas en Mysis en *V. alginolyticus*

La siguiente etapa crítica en producción, no tuvo diferencias estadísticas ($p < 0,05$), no obstante, se observa una tendencia interesante, el tratamiento con ácido orgánico resulto ser más efectivo con respecto al control y la terapia de fagos, bajando las cargas bacterianas a $4,82E+02$, sugiere esta tendencia que el tratamiento con ácido orgánico tuvo un efecto bactericida y que las dosis fueron las adecuadas para el control de este patógeno. Sin embargo, el incremento con tratamiento de fagos, presentaron el doble de concentración exponencial, en *V. alginolyticus*.

Figura 13.

Cuantificación colonias de V. alginolyticus en Mysis

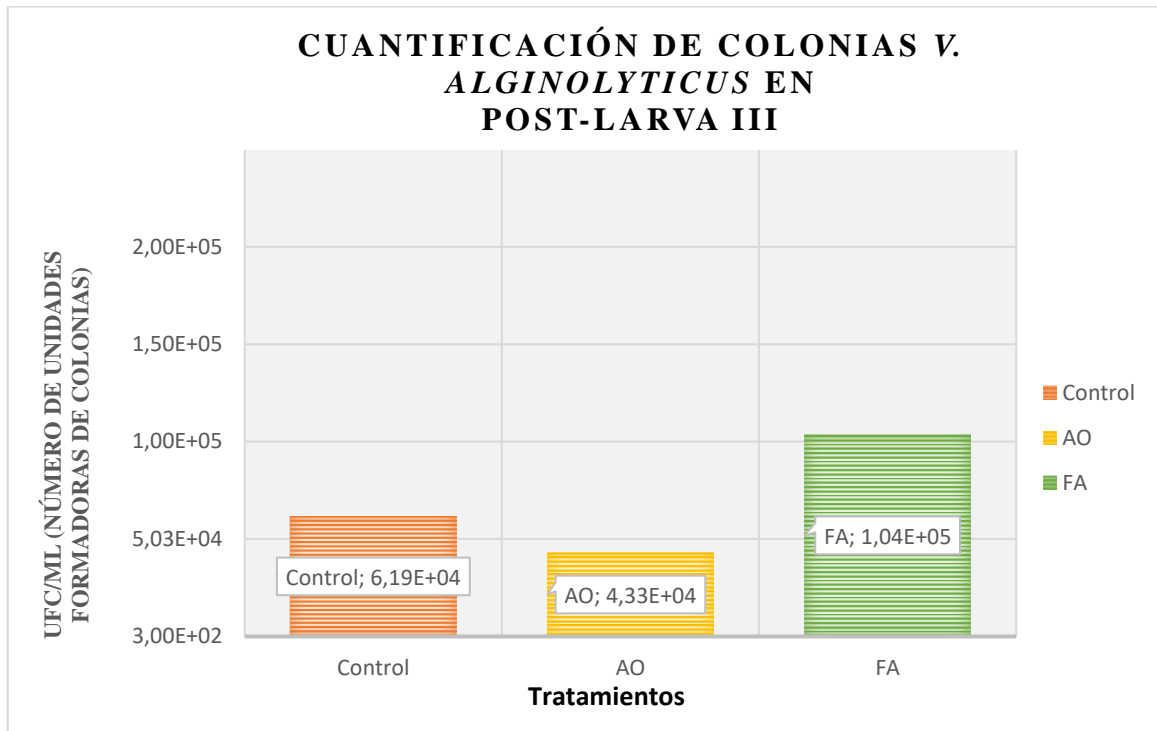


Dinámica de crecimiento basada en las medias estadísticas en Post-larva III de *V. alginolyticus*

En cambio, en post-larva, se observó un incremento en la carga patógena en tratamiento con la terapia de fagos, indicando que esta alternativa no fue efectiva en el control del patógeno monitoreado, en el análisis estadístico no se encontraron diferencias estadísticas, sin embargo, la tendencia propone que los tratamientos con ácidos orgánicos evitan el crecimiento de este patógeno. Además, es importante acentuar que, aunque se registraron altas concentraciones de *V. alginolyticus*, no se debe relacionar con posibles mortalidades, debido a que su crecimiento puede asociarse a la adición de ciertos probióticos.

Figura 14.

Colonias en el estadio postlarva III en respuesta a diferentes tratamientos empleados

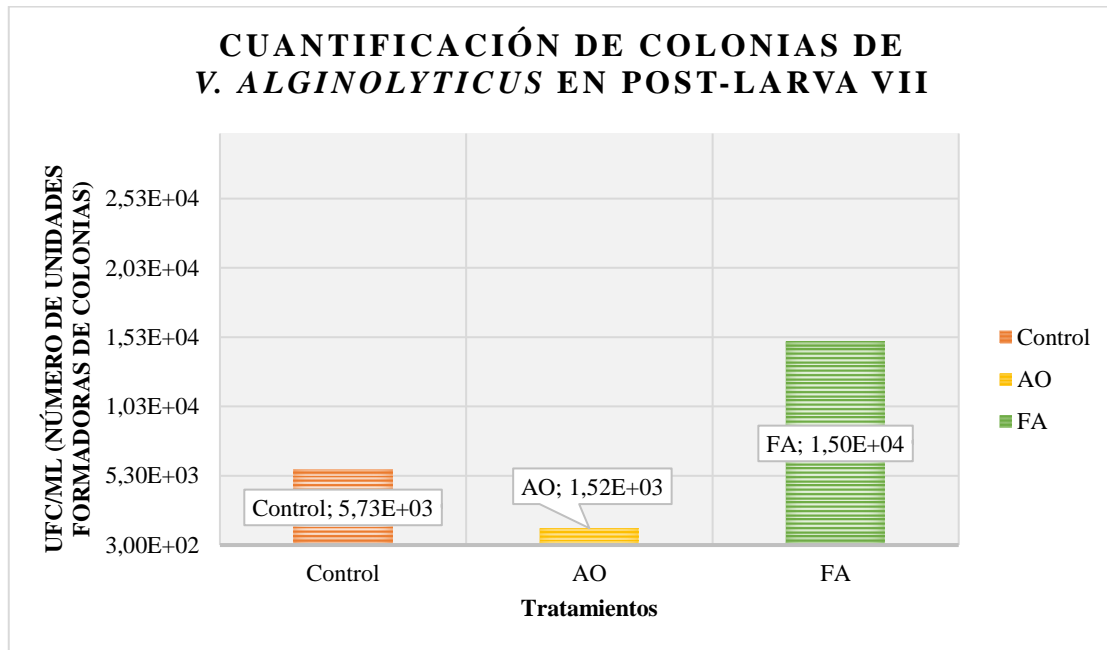


Dinámica de crecimiento basada en las medias estadísticas en Post-larva VII en *V. alginolyticus*

Cerca de la culminación del ciclo productivo, se observó una tendencia similar a la del monitoreo anterior, la adición de ácidos orgánicos cumplió un mejor control de *V. alginolyticus*, manteniendo las cargas bacterianas por debajo de los rangos permitidos (< E+04). En cambio, la terapia de fagos contrasta con los resultados de ácidos orgánicos, resultando ser menos efectivo su efecto sobre las colonias de patógenos, alcanzando concentraciones de 10E4, lo que evidencia su carencia en el control de este patógeno.

Figura 15.

Colonias en el estadio postlarva VII en respuesta a diferentes tratamientos empleados

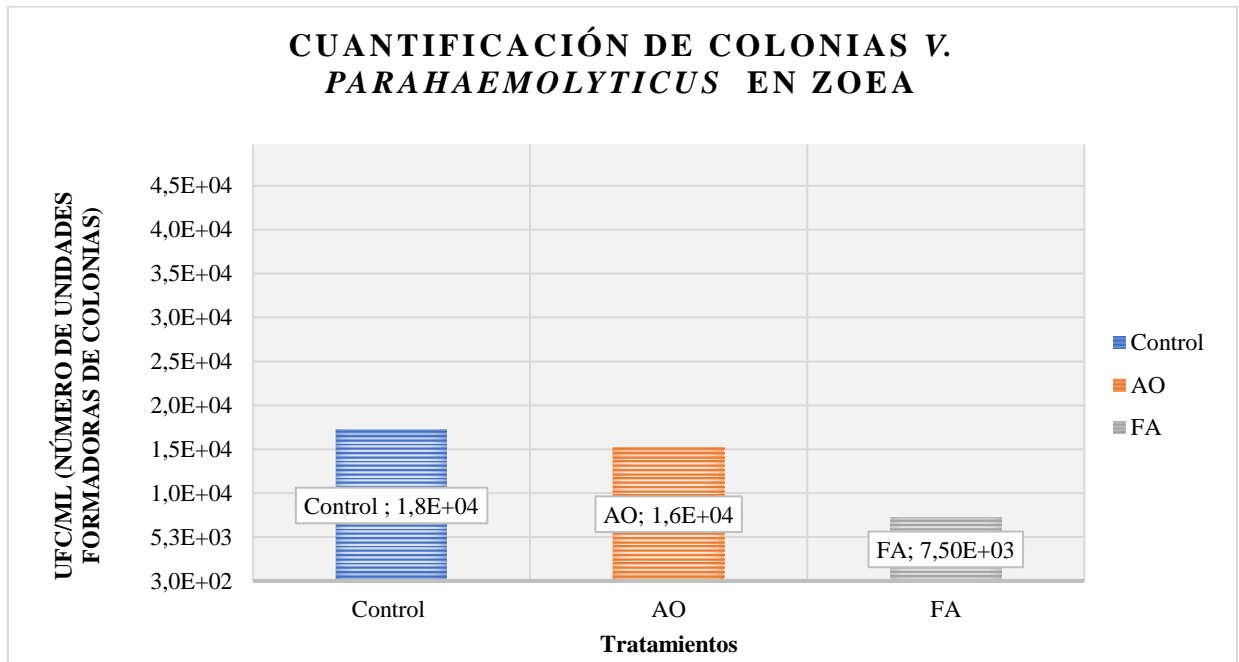


Dinámica de crecimiento *v. Parahaemolyticus*

El análisis estadístico realizado para *V. parahaemolyticus* mostró una variación considerable entre los tratamientos, especialmente en el estadio Postlarva III, el tratamiento con terapia de fagos presentó la media más alta en comparación con el control y el ácido orgánico, lo que sugiere una mayor eficacia en la reducción de la carga bacteriana en esta etapa. A pesar de no encontrarse diferencias estadísticas significativas en todos los casos, se observó una tendencia favorable hacia el uso de fagos en el control de este patógeno. No obstante, es importante señalar que, aunque el tratamiento con terapia de fagos mostró los mejores resultados en el estadio Postlarva III, en otros estadios la eficacia del control puede variar, lo que resalta la necesidad de ajustar el tratamiento según la etapa de desarrollo del camarón.

Figura 16.

Cuantificación de las colonias en el estadio V. parahaemolyticus zoea



Dinámica de crecimiento de *v. Vulnificus*

Los resultados estadísticos obtenidos permitieron identificar diferencias significativas en algunos casos específicos, mientras que en otros no se observaron variaciones relevantes.

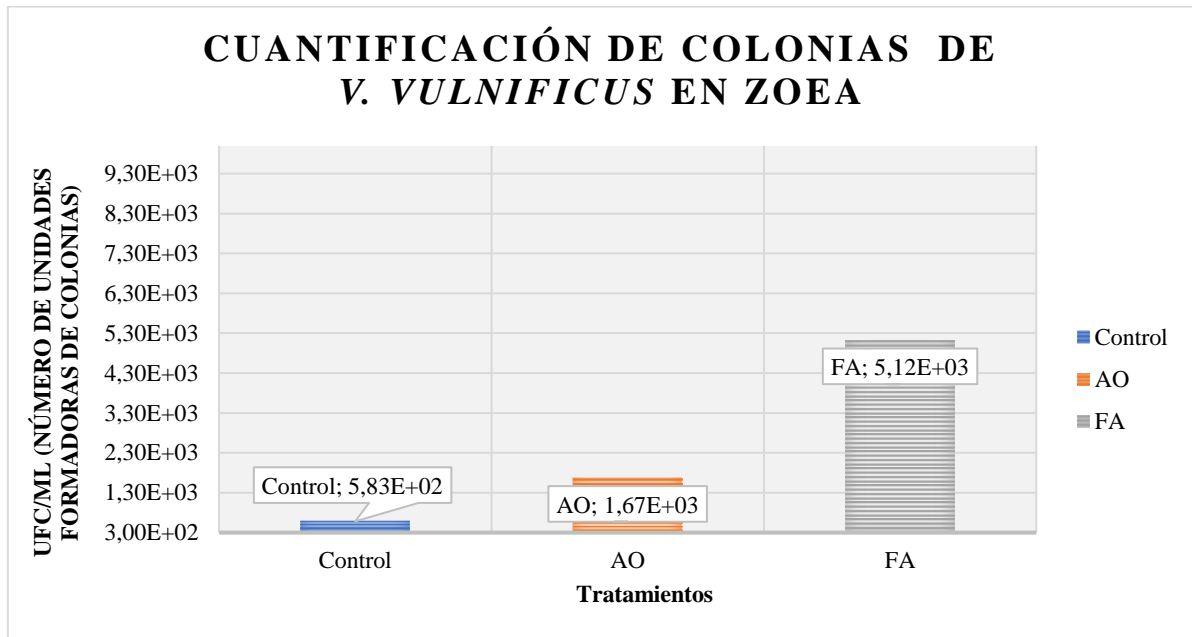
A continuación, se presentan los resultados de los análisis estadísticos para cada uno de los estadios:

Dinámica de crecimiento basada en las medias estadísticas en Zoea en *V. vulnificus*

En el estadio Zoea, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el tratamiento con terapia de fagos ($p = 0,001$), así como entre el tratamiento con ácido orgánico y la terapia de fagos ($p = 0,006$). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre el grupo control y el tratamiento con ácido orgánico ($p = 0,496$). Esto sugiere que la terapia de fagos podría tener un impacto diferencial en este estadio en comparación con los otros tratamientos.

Figura 17.

Cuantificación de colonias de V. vulnificus en Zoea

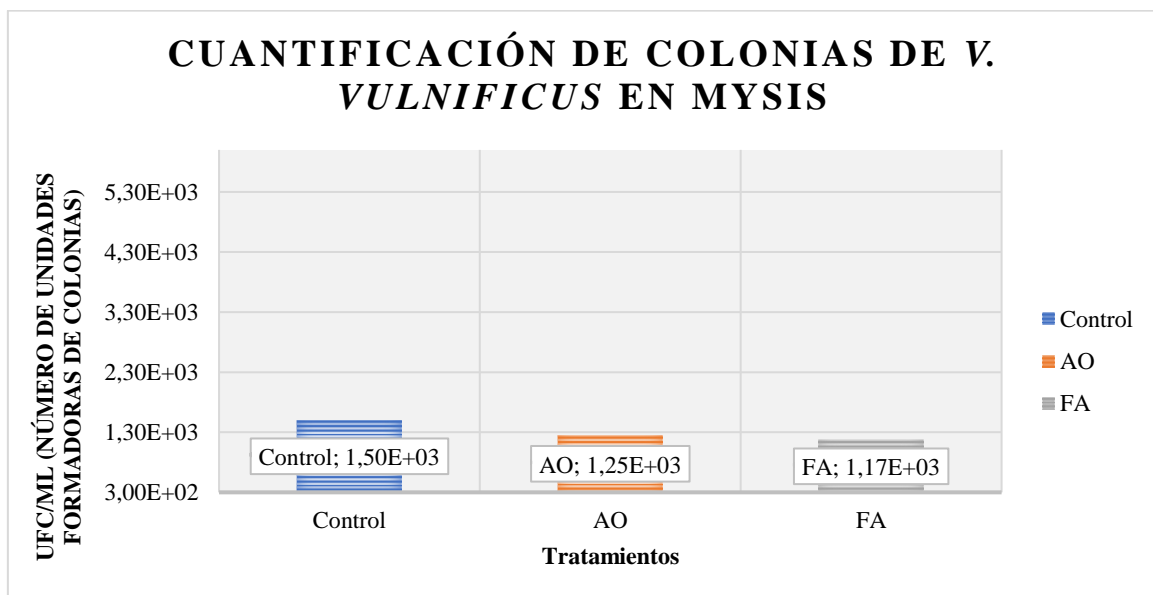


Dinámica de crecimiento basada en las medias estadísticas en Mysis en V. vulnificus

En Mysis, no hubo resultados estadísticos que indiquen que las cargas bacterianas fueron influenciadas por los profilácticos empleados, pero si hubo un efecto bacteriostático, que mantuvo los niveles por debajo de los rangos permitidos, a excepción del control que las colonias mantuvieron un crecimiento progresivo de 5,8E+02 a 1,50E+03.

Figura 18.

Cuantificación de las colonias en el estadio mysis

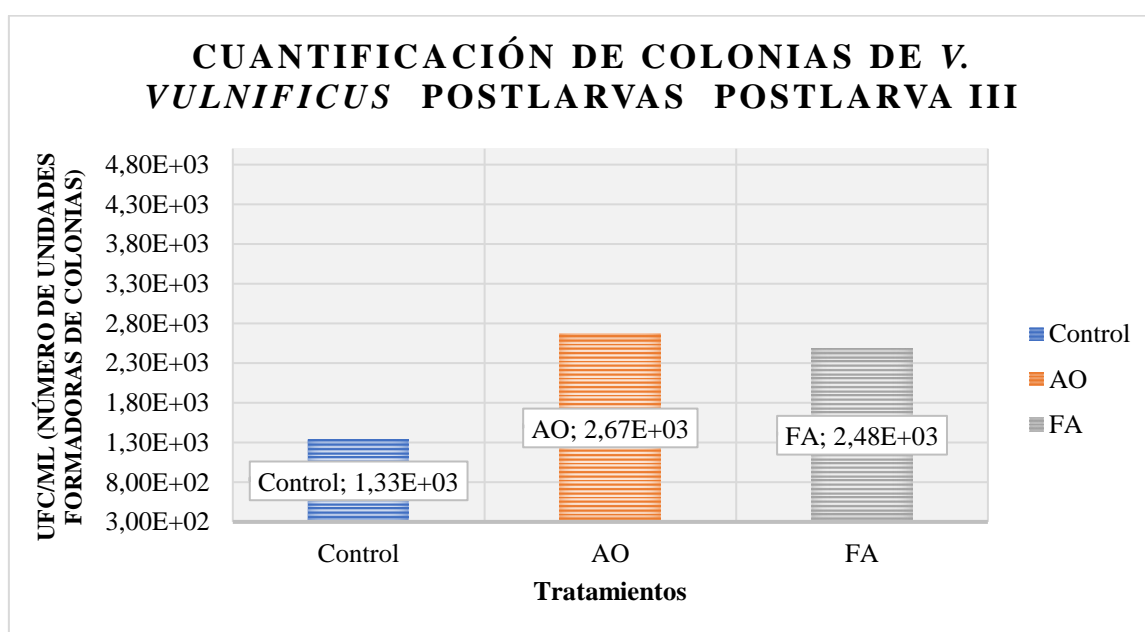


Dinámica de crecimiento basada en las medias estadísticas en Postlarva III en *V. vulnificus*

En el muestreo realizado en postlarva III, se observa que el crecimiento bacteriano sigue en simultaneo, con rangos por debajo de lo tolerado, siendo entre $1,33E+03$ a $2,67E+03$. El efecto bacteriostático se mantiene, pero se cuestiona la influencia terapéutica de los fagos para este patógeno, por otro lado, los ácidos orgánicos cumplen su rol de amplio espectro.

Figura 19.

Colonias de V. vulnificus postlarvas en el estadio postlarva III

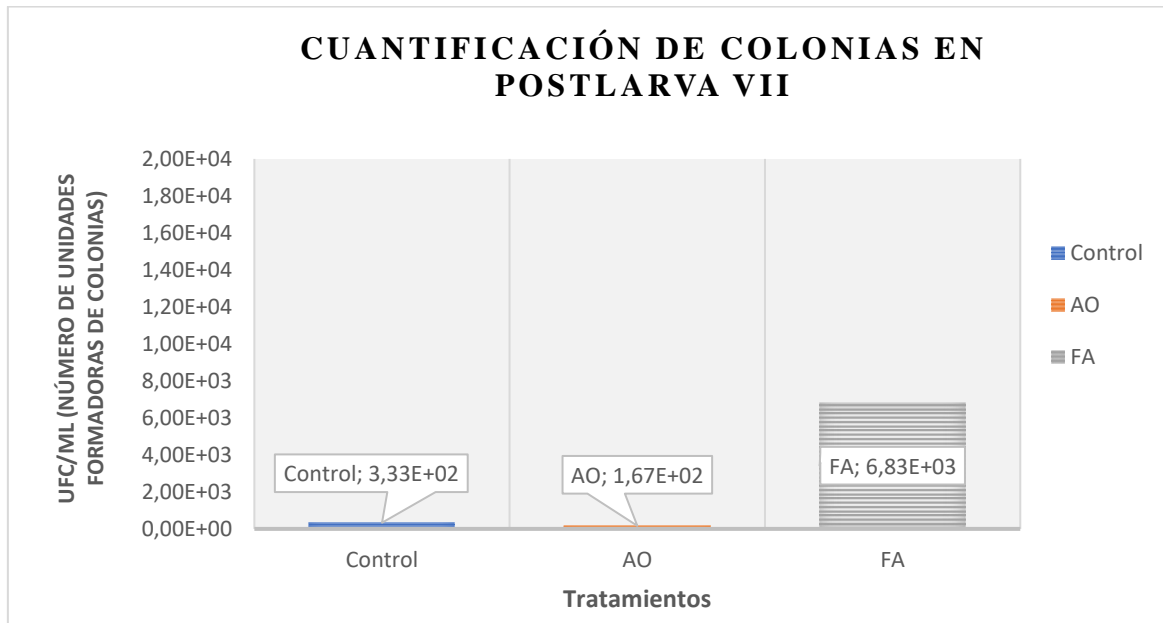


Dinámica de crecimiento basada en las medias estadísticas en Postlarva VII en *V. vulnificus*

A pocas sub-fases de culminar el ciclo de producción, resulto que los ácidos orgánicos controlaron de manera eficiente este patógeno, que puede causar afectaciones en la salud y pérdidas económicas, manteniendo los valores en $1,67E+02$, en contraste con la terapia de fagos que en vez de controlar o reducir los crecimientos bacterianos, este aumentó, siendo en el estadio zoea una carga inicial de $5,12E+03$ y final de $6,83E+03$. Es importante la elección los profilácticos adecuados, según la infección presentada y el grado de severidad, ya que en etapas avanzadas como lo es una postlarva, la enfermedad que puede afectar la salud, será llevada al siguiente ciclo, perjudicando los índices productivos que mantienen la estabilidad económica del productor.

Figura 20.

Colonias en el estadio postlarva VII



Dinámica de crecimiento de *pseudomonas*

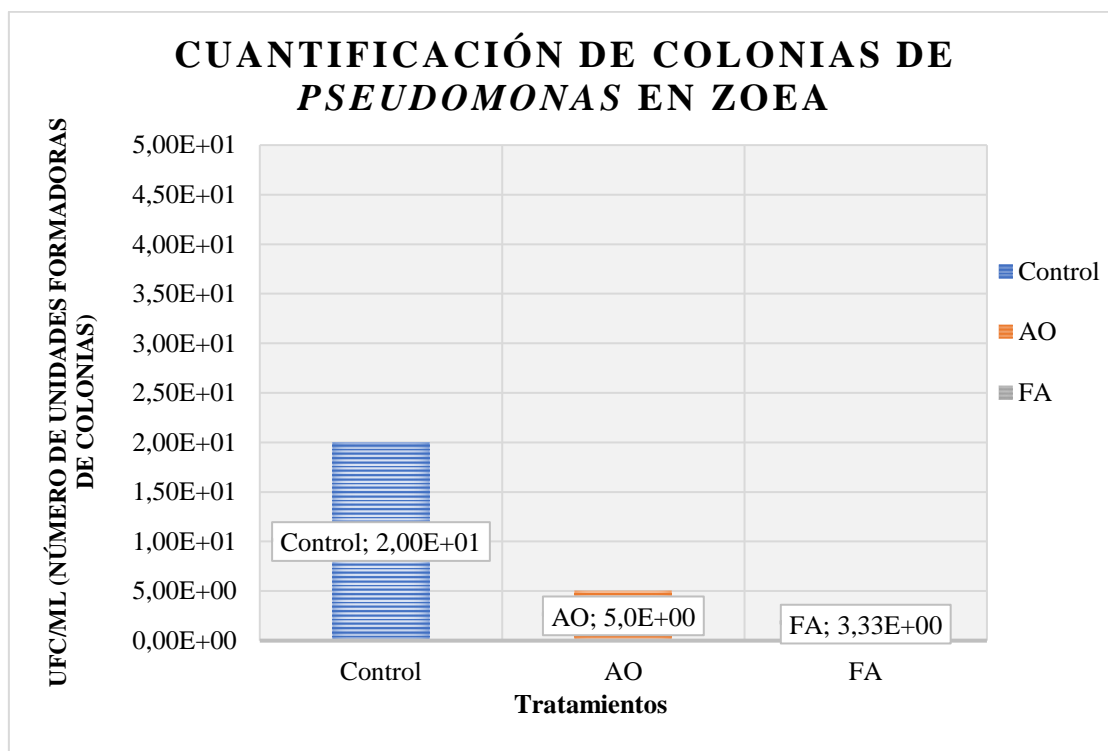
El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando una comparación de medias a través de la prueba de Tukey, la cual permite realizar comparaciones múltiples entre grupos para determinar la significancia estadística de las diferencias observadas. Se consideró un valor de significancia de $p < 0,05$ como criterio para establecer si existían diferencias significativas entre los tratamientos.

Dinámica de crecimiento basada en las medias estadísticas en Zoea en *Pseudomonas*

La presencia de pseudomonas al inicio fue baja o inexistente para todos los tratamientos, esto se justifica por la fase temprana en la que se encuentra.

Figura 21.

Cuantificación de las colonias en el estadio zoea

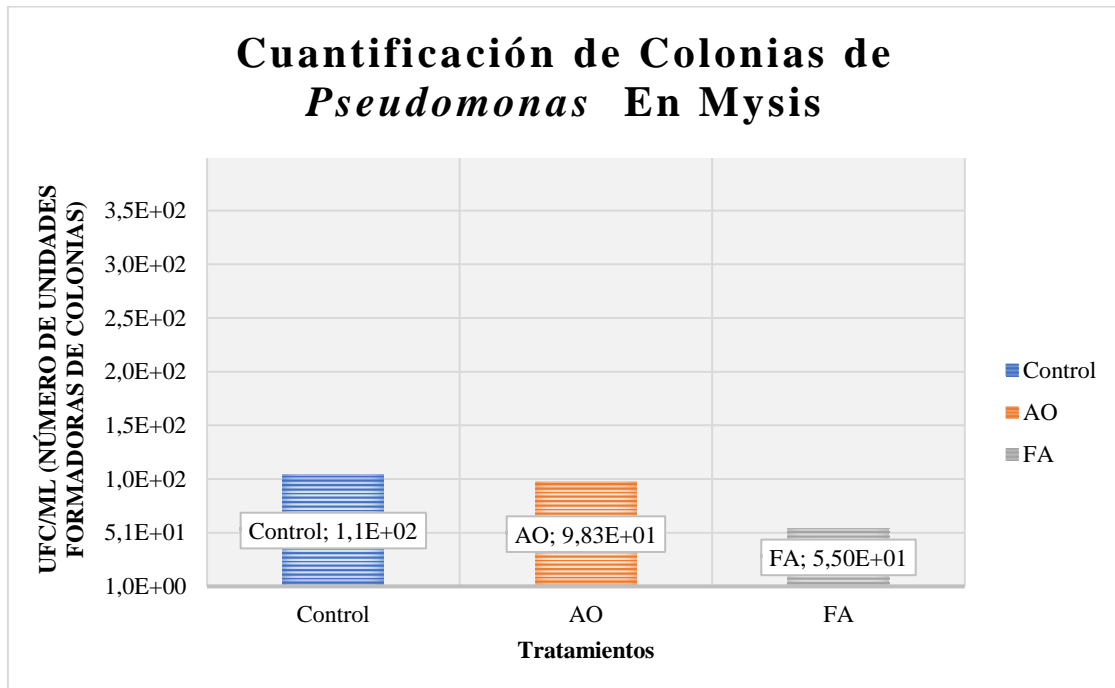


Dinámica de crecimiento basada en las medias estadísticas en Mysis en *Pseudomonas*

En la fase mysis, hubo un crecimiento leve de este patógeno, pero aun este se encuentra dentro de los rangos permitidos, no obstante, el incremento en la carga patógena nos indica que los tratamientos no cumplen hasta esta sub-fase, con su fin profiláctico.

Figura 22.

Colonias en el estadio mysis

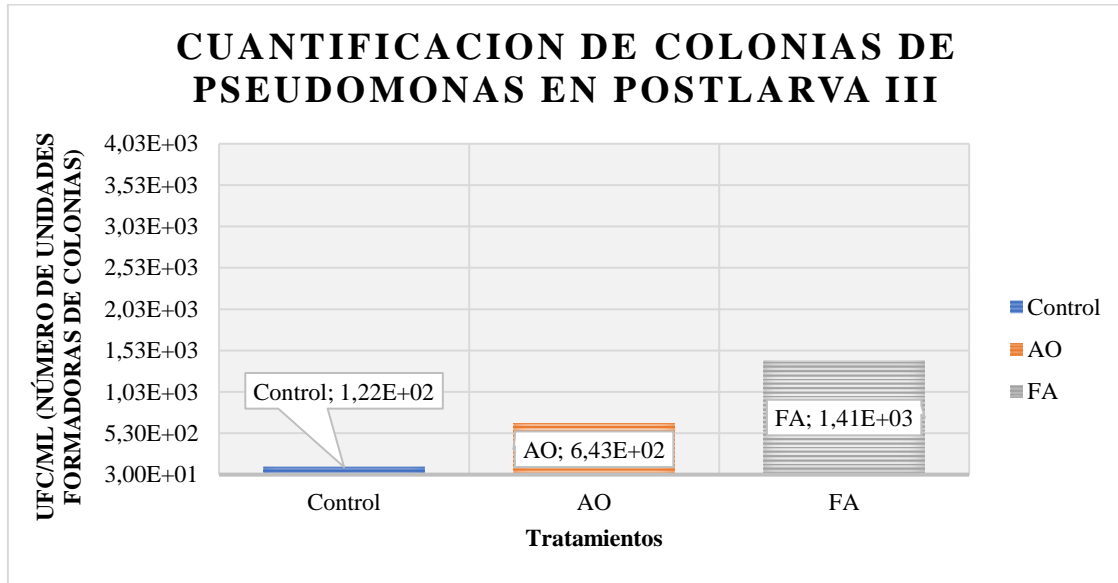


Dinámica de crecimiento basada en las medias estadísticas en postlarva III en *Pseudomonas*

En postlarva III, sin el tratamiento adecuado se causan contaminaciones cruzadas que conllevan a altas mortalidades en el cultivo, siendo el manejo uno de los factores que promueve la proliferación. La terapia de fagos contrasta ($1,41E+03$) Con los tratamientos con ácidos orgánicos ($6,43E+02$), estos crecimientos bacterianos, nos indican que los tratamientos empleados no controlaron la proliferación de pseudomonas.

Figura 23.

Colonias en el estadio postlarva III en respuesta a diferentes tratamientos empleados

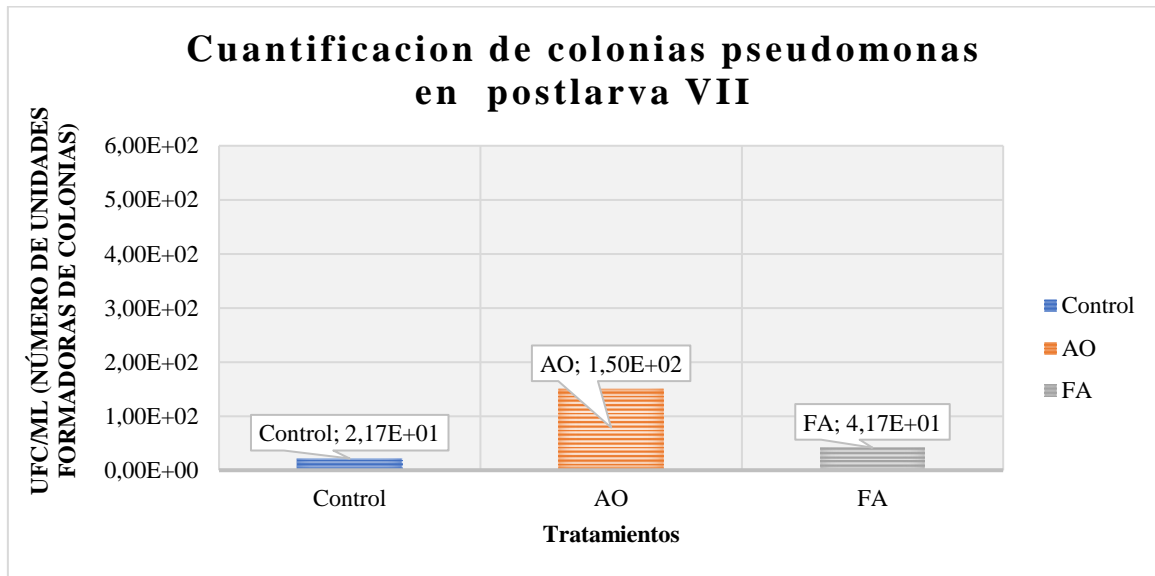


Dinámica de crecimiento basada en las medias estadísticas en postlarva VII en *Pseudomonas*

En el último monitoreo, se observó que las cargas patógenas se redujeron, cabe recalcar que la terapia de fagos no es específica para el control de pseudomonas, sin embargo los valores bajaron de 1,41E+03 a 4,17+01, no precisamente este puede deber a la influencia de la terapia de fagos, si no a la variabilidad de la comunidad microbiana, por otro lado, los ácidos orgánicos al ser de amplio espectro, no tuvieron influencia significativa, sugiriendo aplicar otros aditivos que potencialicen el efecto bactericida en pseudomonas.

Figura 24.

Colonias en el estadio postlarva VII

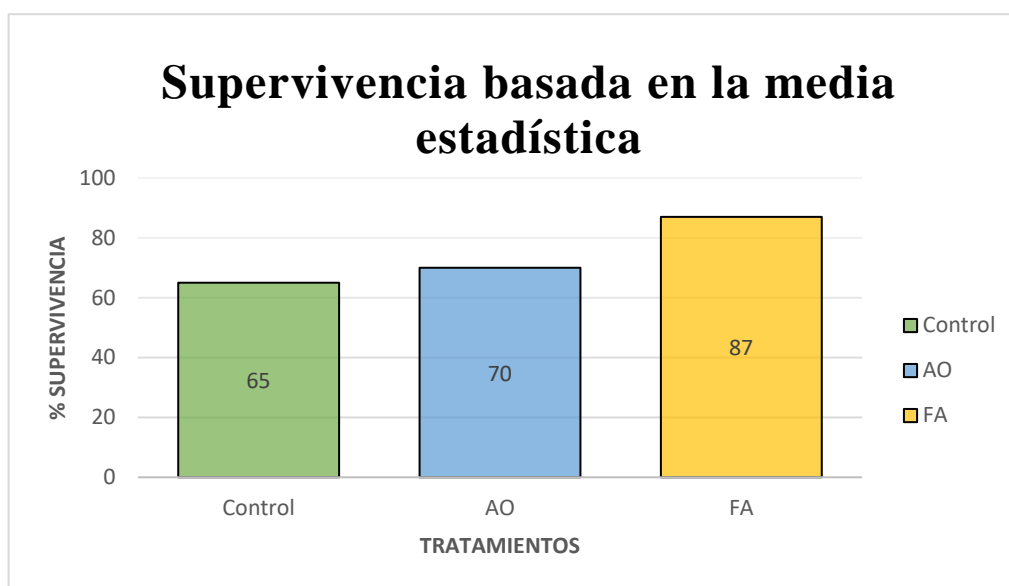


Supervivencia

La validación del protocolo se verificó mediante el efecto bacteriostático y bactericida de los tratamientos aplicados versus los principales patógenos que afectan el cultivo de larvas en etapas tempranas, la supervivencia es un índice productivo que responde al tratamiento preventivo que se da, por la prevalencia de los patógenos evaluados. La estadística nos indicó que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, en las siguientes gráficas representativas, se representa la respuesta de la supervivencia ($p < 0,05$) frente a *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *V. alginolyticus* y *Pseudomonas spp.*

Figura 25.

Basada en las medias estadísticas mediante anova



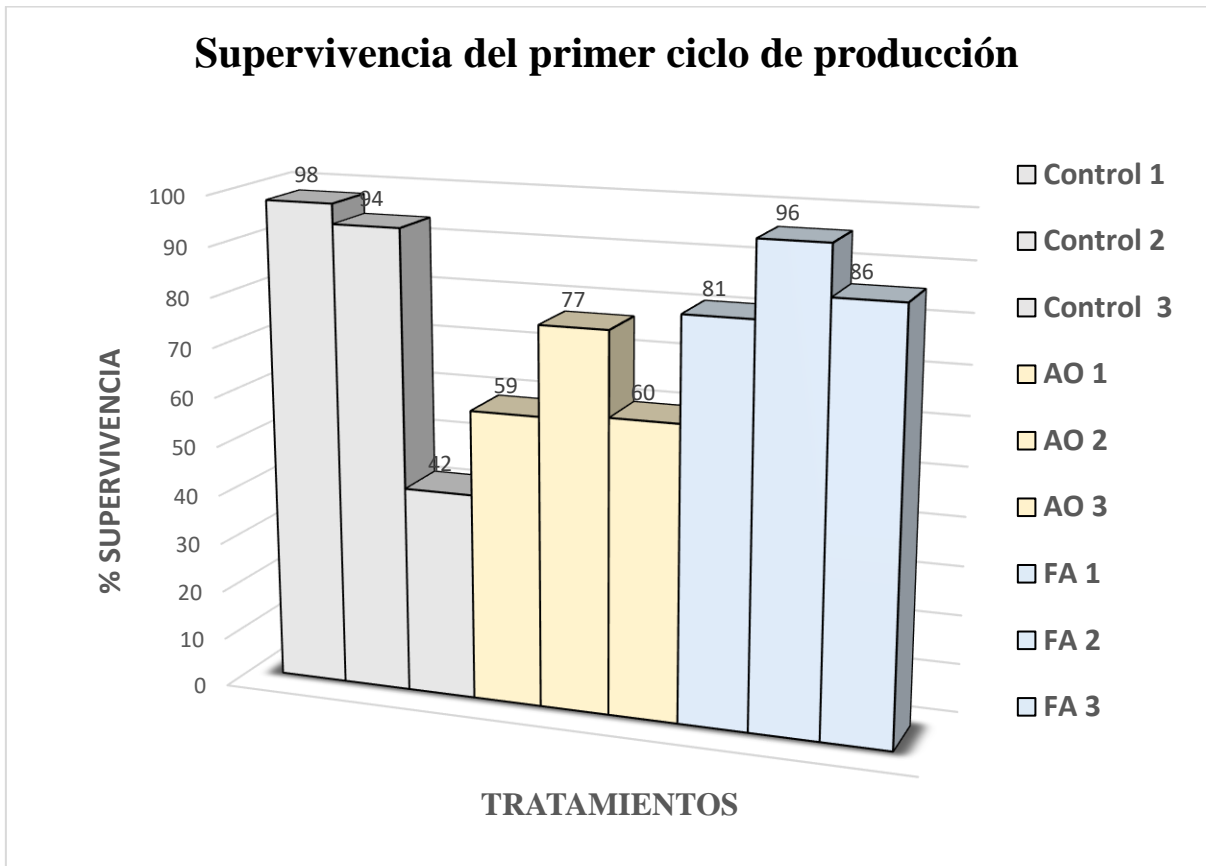
La supervivencia basada en las medias resultó ser en un 87% que incluía el tratamiento con la terapia de fagos, seguida del tratamiento con ácidos orgánico con el 70% de supervivencia, el tratamiento con la terapia de fagos fue superior con 25% en relación al control.

Supervivencia en el primer ciclo de producción

Con respecto al primer ciclo de producción que fue llevado a cabo en una época complicada donde existía gran incidencia de mortalidades en los laboratorios cercanos, incidió que no perdure una uniformidad en la supervivencia, a excepción del tratamiento con la terapia de fagos, esto se puede deber a que dicho tratamiento profiláctico controla las cepas virulentas. Con respecto al control y tratamiento con ácidos orgánicos no hubo diferencias marcadas entre una réplica y la otra. Además, aunque los valores de UFC, no superaron a 10^6 UFC/ml, si hubo impacto en este factor productivo considerado uno de los importantes para el cultivo.

Figura 26.

Supervivencias del primer ciclo de producción

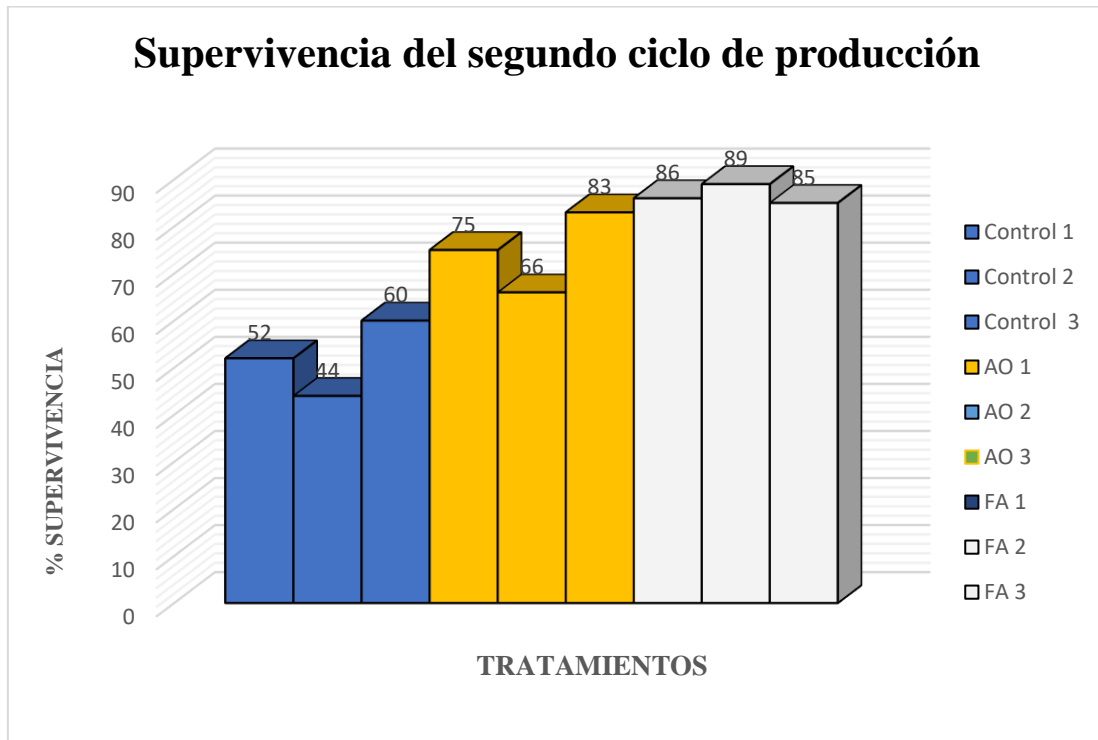


Supervivencia en segundo ciclo de producción

En el segundo ciclo, el control obtuvo supervivencias bajas con respecto al tratamiento con ácidos orgánicos y terapia de fagos, sin embargo, se mantiene la misma tendencia y estabilidad en los tanques tratados con la terapia de fagos.

Figura 27.

Supervivencias del segundo ciclo de producción

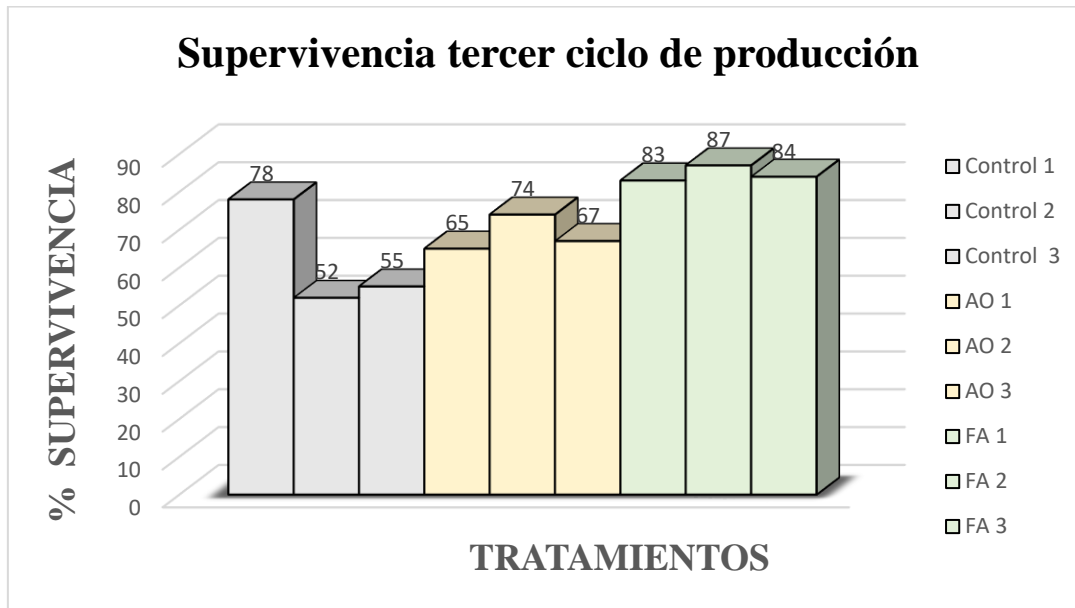


Supervivencia en el tercer ciclo de producción

En el tercer ciclo se presentan supervivencias similares a las del primer ciclo, donde el control y tratamiento con ácidos orgánicos no difieren en sus resultados, a diferencia del tratamiento con fagos que mantuvo supervivencias por encima de 80% en todas las réplicas, estos resultados sugieren que la terapia de fagos es una alternativa profiláctica que se puede usar en etapas iniciales de cultivo, sin embargo, los ácidos orgánicos cumplen el papel profiláctico, y este efecto se puede potenciar con el uso de la terapia de fagos.

Figura 28.

Supervivencias del tercer ciclo de producción



Parámetros físico-químicos

Con el fin de garantizar un desarrollo adecuado, y evitar que parámetros como el calcio, potasio, magnesio, alcalinidad, temperatura y pH, afecten significativamente el cultivo en marcha, se monitoreo según el parámetro, la frecuencia, para la temperatura, salinidad y pH, se llevó un control diario, en cambio para el balance iónico, se realizó en los estadios susceptible del cultivo, que son zoea, mysis y postlarva.

Tabla 10.

Valores de parámetros físico-químicos durante el cultivo

Ciclo de producción		Calcio	Potasio	Magnesio	Amonio	Alcalinidad
Control	1	220	400	1520	0,86	90
	2	221	410	1100	0,94	120
	3	221	410	1100	0,94	90
AO	1	112	380	1460	0,63	75
	2	112	380	1460	0,63	75
	3	112	380	1460	0,63	75
FA	1	210	380	1300	0,71	75
	2	210	380	1300	0,71	110
	3	220	400	1520	0,94	110

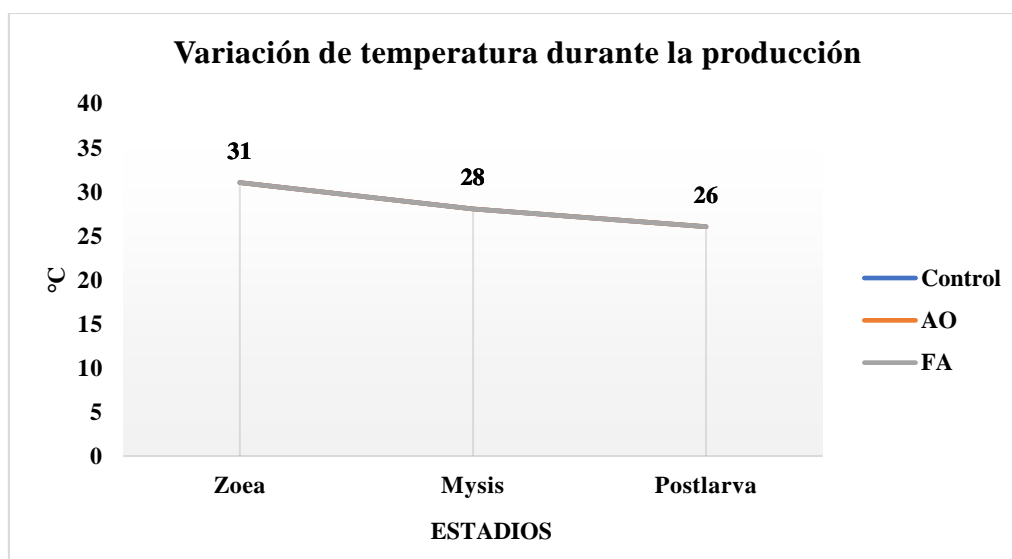
Nota: Tabla de medias estadísticas de los parámetros de balance iónico, tales como calcio, potasio, magnesio y alcalinidad

Temperatura

La temperatura oscilo entre los 31 y 26 grados Celsius, debido a que es primordial mantener temperaturas óptimas para evitar retrasos, se monitoreo constantemente

Figura 29.

Variación de temperatura



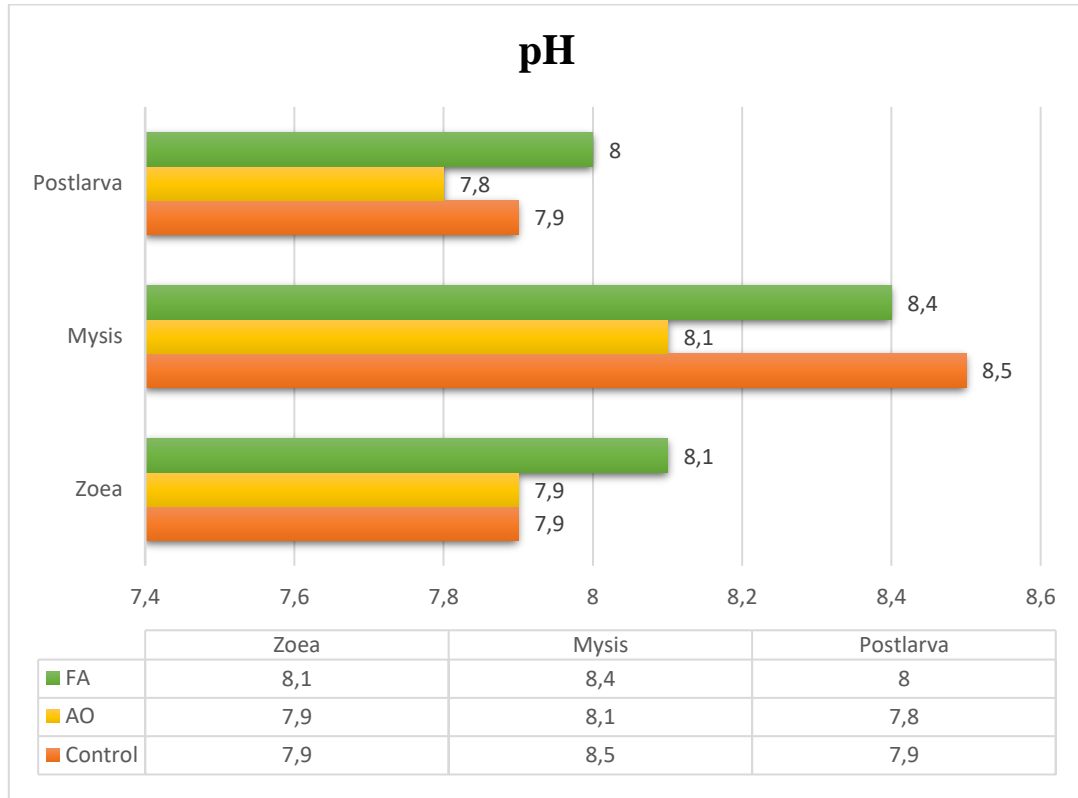
Nota: Variación de temperatura en los estadios de zoea, mysis y postlarva

Potencial de hidrogeno

El potencial de hidrogeno si vario de un tratamiento a otro, y eso se debe a que los ácidos orgánicos, acidifican el agua, mientras el pH sea menor a 8, las bacterias tienen menor proliferación.

Figura 30.

Variación del ph en diferentes estadios y tratamientos



Nota. Valores de los ácidos orgánicos

4.3. Discusión

La presente evaluación comparativa entre el uso de ácidos orgánicos (ácido fórmico, ácido láctico y ácido propiónico) y la terapia con bacteriófagos en *Penaeus vannamei* corrobora y amplía estudios recientes realizados entre 2020 y 2025. Investigaciones como la de Pérez (2021) demostró que los ácidos orgánicos poseen propiedades antimicrobianas efectivas, aunque su eficacia puede verse limitada por la acidificación del medio y el estrés fisiológico inducido en larvas. En contraste, trabajos como el de Loor (2023) destacó que los fagos actúan de manera específica sobre bacterias del género *Vibrio*, reduciendo su carga sin alterar significativamente la microbiota benéfica ni la supervivencia de las postlarvas. Nuestros resultados coinciden con estas observaciones, pues la aplicación de fagos mostró mayor efectividad en el control bacteriano, especialmente frente a *Vibrio parahaemolyticus*, mejores tasas de supervivencia comparadas con los ácidos. Asimismo, estudios de Coelho y Malcata (2022) resaltan el potencial de los fagos como herramienta biosegura, lo que refuerza la idea de integrar la fagoterapia como estrategia preventiva en larvicultura. Por tanto, esta comparación confirma que, si bien ambos métodos son útiles, la terapia con bacteriófagos presenta ventajas claras en términos de especificidad, seguridad y eficacia a corto plazo. (Cordero, 2025)

Reporta Albarella, (2025) quien evaluó la estabilidad de fagos en condiciones acuícolas y encontraron que estos conservan su viabilidad y capacidad infectiva en rangos amplios de temperatura y salinidad. En el presente estudio, dicha estabilidad fue clave para mantener una acción constante contra *Vibrio parahaemolyticus* sin afectar negativamente la supervivencia de las postlarvas. A diferencia de los ácidos orgánicos, cuyo efecto antimicrobiano puede comprometer la fisiología larval a altas concentraciones, los fagos ofrecieron una alternativa más segura y específica. Este hallazgo coincide con lo observado por Kumar (2021) quien destacó la inocuidad de la fagoterapia en etapas tempranas del desarrollo de *P. vannamei*. En conjunto, estos resultados respaldan el uso de bacteriófagos como una herramienta eficaz y biosegura para el control de patógenos en sistemas larvarios, superando las limitaciones de los ácidos orgánicos cuando se prioriza la supervivencia y el bienestar de los organismos. (Escobar, 2023)

En la presente investigación, la terapia con bacteriófagos demostró una eficacia notable en la reducción específica de cepas patógenas como *Vibrio parahaemolyticus* y *Vibrio vulnificus*, superando los efectos observados con el uso de ácidos orgánicos, tanto en

control bacteriano como en mejora de la supervivencia de *Penaeus vannamei*. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Cruz (2021), quien demostró que los fagos actúan de manera selectiva y segura sobre bacterias patógenas sin generar desequilibrios en la microbiota beneficiosa ni efectos adversos en larvas. Además, investigaciones como la de Vázquez (2023) sostiene que la fagoterapia, al mantener su actividad en condiciones variables de salinidad y temperatura, representa una herramienta eficaz en sistemas de acuicultura intensiva. En contraste, aunque los ácidos orgánicos también mostraron actividad antimicrobiana, su efecto fue dosis-dependiente, y en concentraciones elevadas afectaron negativamente la supervivencia larval, como lo reporta (Muñoz, 2022). En conjunto, esta discusión respalda el uso de fagos como una alternativa biotecnológica superior para el control bacteriano en larvicultura, especialmente cuando se busca preservar la viabilidad y el rendimiento en etapas críticas del cultivo. (Ponce E. I., 2023)

Es importante señalar que la estabilidad de los fagos en condiciones ambientales típicas del cultivo (temperatura, salinidad y pH) resulta crítica para garantizar su eficacia. En el presente estudio, los fagos demostraron buena estabilidad y persistencia, lo que favoreció su acción sostenida durante las etapas más vulnerables del desarrollo larval de *Penaeus vannamei*. Este hallazgo coincide con lo reportado por Sandoval (2020), quienes observaron que ciertos fagos mantienen su viabilidad en ambientes acuícolas durante varios días, lo que permite una protección prolongada frente a patógenos como *Vibrio spp.* Además, estudios recientes como el de Quiros (2021) destacan que la estabilidad de los fagos en rangos comunes de salinidad y temperatura en larvicultura es una ventaja clave frente a otros tratamientos, como los antibióticos o ácidos orgánicos, que pueden perder eficacia o generar efectos adversos bajo ciertas condiciones. Por tanto, la capacidad de los fagos para mantenerse activos en condiciones de cultivo representa un factor determinante en su potencial aplicación práctica como herramienta preventiva y terapéutica en la producción acuícola intensiva (Orozco, 2022).

Conclusión

- La valoración de disímiles habilidades para la revisión de patógenos en acuicultura reveló que la fagoterapia señaló ser la opción más efectiva en términos de estabilidad, logrando un 85%, lo que representa un aumento del 25% en cotejo con el grupo de control. Esta secuela destaca el potencial de los fagos como instrumento transformador para lidiar contaminaciones bacterianas en sistemas de cultivo.
- Aunque los ácidos orgánicos alcanzaron inhibir el desarrollo de bacterias patógenas, su consecuencia no se convirtió en una ampliación significativa de la tasa de resistencia de las postlarvas. Este descubrimiento propone que ciertas especies, como *vibrio parahaemolyticus* y *vibrio vulnificus*, podrían ejercer un impacto más agresivo en los organismos cultivados, en contraste con otros patógenos como *Pseudomonas*, las cuales parecen responder mejor a la terapia con fagos.
- El estudio en conexo con post hoc mostró que no se hallaron oposiciones explicativas en los diferentes estadios valorados, lo que implica que ni la terapia de fagos ni el uso de ácidos orgánicos influyeron de manera diferencial en la supervivencia y condición de las postlarvas cuando estaban expuestas a *V. vulnificus*. Esto refuerza la idea de que la efectividad de cada estrategia podría depender de otros factores más específicos, como el tipo de patógeno y las condiciones ambientales del cultivo.
- Tanto la fagoterapia como los ácidos orgánicos surgen como alternativas prometedoras al uso de antibióticos en acuicultura, ofreciendo opciones más sostenibles para la prevención y control de enfermedades. La elección entre ambas estrategias debería considerar variables clave, como la etapa de desarrollo del organismo, el tipo de infección, las características del sistema de producción y los costos asociados. La combinación de ambas metodologías podría representar un enfoque integral y robusto para mejorar la salud de los organismos y reducir las pérdidas en la producción.
- Finalmente, los resultados sugieren que la terapia con fagos es particularmente eficaz en las primeras etapas de desarrollo del camarón, probablemente debido a la alta vulnerabilidad de los patógenos en esos estadios iniciales. Por otro lado, en etapas más avanzadas, el uso de ácidos orgánicos parece proporcionar una mayor estabilidad y resistencia al sistema de cultivo, lo que podría ser clave para el manejo de enfermedades en el crecimiento posterior.

Recomendaciones

- Para fortalecer el control de enfermedades en acuicultura y mejorar la sostenibilidad de la producción, se recomienda explorar nuevas combinaciones de ácidos orgánicos y fagoterapia en futuras investigaciones. En particular, se sugiere evaluar diferentes concentraciones de ácidos orgánicos con la aplicación de fagos para determinar si existe un efecto sinérgico más potente. Esta aproximación permitiría optimizar la efectividad de cada tratamiento y encontrar las mejores condiciones para el manejo de patógenos en distintos sistemas de cultivo.
- Así mismo, es esencial extender el tratamiento a ciclos posteriores, como la fase de precria, con el propósito de mantener el efecto de los agentes terapéuticos y examinar de manera más detallada la respuesta adaptativa de los organismos al uso de fagoterapia. La continuación del tratamiento en etapas periódicas del desarrollo del camarón podría brindar indagar una valiosa sobre la estabilidad del efecto protector de los fagos y su posible aplicación a largo plazo en sistemas productivos.
- Por otro lado, se recomienda experimentar con nuevas composiciones de ácidos orgánicos y terapia de fagos, a fin de identificar si existen variaciones en la respuesta de los organismos y en la dinámica de los patógenos con respecto a los resultados previamente obtenidos. Analizar tendencias en distintos entornos y condiciones de cultivo permitiría evaluar la consistencia y la versatilidad de estas estrategias, facilitando su implementación en escenarios prácticos.
- En conjunto, estas recomendaciones buscan mejorar el manejo de padecimientos en la acuicultura, iniciando un enfoque más sostenible y eficaz para reducir la dependencia de antibióticos y mejorar la salud de los organismos cultivados. La investigación continua en estas áreas permitirá afinar las estrategias de control y adaptarlas mejor a los desafíos del sector.

Glosario

Acuicultura: Cría y cultivo de organismos acuáticos, como peces, moluscos y crustáceos, en condiciones controladas.

Bactericida: Sustancia que mata bacterias, en lugar de solo inhibir su crecimiento.

Bioensayo: Experimento biológico utilizado para evaluar los efectos de sustancias sobre organismos vivos.

MIC (Minimum Inhibitory Concentration): Mínima concentración de un agente antimicrobiano que impide el crecimiento visible de un microorganismo.

Colonias bacterianas: Grupos de bacterias que crecen juntos a partir de una sola célula en un medio de cultivo.

Disolvente: Sustancia líquida que disuelve un soluto para formar una solución, como el agua o el DMSO.

Fagoterapia: Uso de bacteriófagos (virus que infectan bacterias) para combatir infecciones bacterianas.

Gramnegativas: Bacterias que no retienen el colorante violeta del método de tinción de Gram; suelen ser más resistentes a antibióticos.

Inóculo: Suspensión de microorganismos utilizada para iniciar un cultivo o prueba microbiológica.

Letargo: Estado de actividad reducida o debilidad en organismos, común en animales infectados o estresados.

Necrosis Hepatopancreática Aguda (AHPND): Enfermedad bacteriana grave que afecta al camarón, causando la destrucción del hepatopáncreas.

Vibrio spp.: Género de bacterias Gramnegativas que incluye especies patógenas para humanos y animales acuáticos.

Bibliografía

- Albarella, D. (2025). *Revisión de la terapia con bacteriófagos en acuicultura*.
<https://www.globalseafood.org/advocate/revision-de-la-terapia-con-bacteriofagos-en-acuicultura/>
- Baque, C. (2024). *EVALUACIÓN DE BACTERIAS PROBIÓTICAS APLICADAS AL CULTIVO DE LARVAS DE CAMARÓN *Litopenaeus vannamei* EN LABORATORIO TEXTUMAR* . <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/11800/1/UPSE-TBI-2024-0091.pdf>
- Barrantes, E. (2023). *Efectos de la bacteria patógena *Vibrio parahaemolyticus* en camarones (*Litopenaeus vannamei*) de cultivo y en la salud del consumidor*.
<file:///C:/Users/LILY/Downloads/Dialnet-EfectosDeLaBacteriaPatogenaVibrioParahaemolyticusE-9133676.pdf>
- Candelli, M., & Sacco, M. (2025). **Vibrio vulnificus* : una revisión con especial atención a la sepsis*. <https://www.mdpi.com/2076-2607/13/1/128>
- Carrillo, R. S. (2022). **Pseudomonas* spp. benéficas en la agricultura*.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342022000400715
- CNA, C. N. (2024). *Camarón – Reporte de Exportaciones Ecuatorianas Totales*.
- Coelho, M., & Malcata, F. (2022). *Bacterias lácticas en quesos de leche cruda: de cultivos iniciadores a funciones probióticas*. <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/15/2276>
- Cordero, A. (2025). *Análisis bibliográfico del uso de bacteriófagos para control de *vibrio SPP*. En el cultivo de camarón blanco del pacífico (*penaeus vannamei*)*.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/30199/1/UPS-GT006224.pdf>
- Cruz, C. I. (2021). *Utilización de microorganismos para una agricultura sostenible en México: consideraciones y retos*.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342021000500899
- Cuéllar, J. A. (2021). *Acuicultura en Latinoamérica: ¿Cuál es el panorama?*
<https://www.veterinariadigital.com/articulos/acuicultura-en-latinoamerica-cual-es-el-panorama/>
- Deleg, P. M. (2023). *Análisis del desarrollo de las camaroneras y su impacto económico en la ciudad de Machala durante el periodo 2010-2020*. Machala.
- Diaz, A. A. (2020). *Métodos Y Técnicas De Cuantificación Microbiana Empleados En La*

Industria De Alimentos, Farmacéutica, Agrícola Y Ambiental. Revisión Sistemática De La Literatura.

<https://apidspace.javeriana.edu.co/server/api/core/bitstreams/f83313b7-6175-4c7b-8e1c-34cfc797cdc5/content>

- Escobar, C. (2023). *Efecto de los ácidos orgánicos en la carga bacteriana de Vibrios spp. en el camarón blanco (Litopenaeus vannamei)*. https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/21923/1/Trabajo_Titulacion_2201.pdf
- Figueredo, A., Fuentes, J., Cabrera, T., León, J., Patti, J., Silva, J., Ron, E., Pichardo, O., & Marcano, N. (2020). *Biosecurity on penaeid shrimp farming: A review*. Venezuela: AquaTechnica.
- Galaviz, L. (2021). *Cepas de Vibrio parahaemolyticus que causan necrosis hepatopancreática aguda en camarón cultivado de Sonora, México y su resistencia a antibióticos*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972021000200111
- Gonzabay, N., Vite, H., Garzon, V., & Quizhpe, P. (2020). *Análisis de la producción de camarón en el Ecuador para su exportación a la Unión Europea en el período 2015-2020*. Guayaquil : Revista Dialnet.
- González, G. M. (2022). *ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE LARVAS DE CAMARÓN (Litopenaeus vannamei) EN EL LABORATORIO LARVALABSO, MAR BRAVO – ECUADOR*. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8075/1/UPSE-TBM-2022-0008.pdf>
- Guevara, F., Muñoz, R., Navarrette, J., Salazar, L., & Pinilla, G. (2020). *Innovations in antimicrobial therapy*. Bogotá: Nova vol.18 no.34.
- Guzman, C. (2019). *VALORACIÓN DE LA SOBREVIVENCIA DE POST LARVAS DE Litopenaeus vannamei UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE CALIDAD*. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GUZMAN%20REAL%20CAROLINA%20ANDREA.pdf>
- Horacio, R. T. (2025). *Factores que afectan la densidad de Vibrio parahaemolyticus en el hepatopáncreas del camarón Penaeus vannamei en unidades de producción al Noroeste de México*. file:///C:/Users/LILY/Downloads/2024-40-ES.pdf
- Intriago. (2024). *El Síndrome de Las Bolitas tiene un impacto severo en el sistema digestivo de larvas de P. vannamei* . <https://www.globalseafood.org/advocate/sindrome-de->

las-bolitas-en-criaderos-de-camaron-blanco-del-pacifico-en-america-latina/#:~:text=El%20S%C3%ADndrome%20de%20Bolitas%20Larval,mueven%20hacia%20el%20intestino%20superior.

- Jiménez, J. I. (2021). *Algunas experiencias usando ácidos orgánicos para optimizar el desempeño de una larvicultura comercial de camarón blanco*. https://www.researchgate.net/profile/Arnaldo-Figueroa-2/publication/349194917_Algunas_experiencias_usando_acidos_organicos_para_optimizar_el_desempeno_de_una_larvicultura_comercial_de_camaron_blanco_Pena_eus_vannamei/links/60248b4d92851c4ed5631890/Algunas
- Keong, W. (2018). *Ácidos orgánicos en alimentos acuícolas: un potencial sustituto de los antibióticos*. <https://www.globalseafood.org/advocate/acidos-organicos-en-alimentos-acuicolas-un-potencial-sustituto-de-los-antibioticos/>
- Kumar, V. (2021). *Enfermedad de Necrosis Hepatopancreática Aguda (AHPND): Virulencia, Patogenia y Estrategias de Mitigación en la Acuicultura del Camarón*. <https://www.mdpi.com/2072-6651/13/8/524>
- Loor, E. D. (2023). *Evaluación de tratamientos para reducción de Vibrio en piscinas camaroneras por medio de pruebas microbiológicas*. <https://dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/60784/1/T-114243%20INGE-2215.pdf>
- Lopez. (2020). *Fases larvarias del camarón*. <https://nutricionparacamarones.wordpress.com/fases-larvarias-del-camaron/>
- López, J. D. (2017). *Evaluación de probióticos en engorde de camarón blanco en Choluteca*. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/725f8b62-71c1-4bd8-a2a5-aa6f1794ea06/content>
- Lozano, K. Y. (2020). Factibilidad de aplicación de la fagoterapia para el control de bacterias patógenas en cultivo de larvas de camarón en Ecuador. Ecuador .
- Lujan, M. (2017). *Síndrome de la Zoea 2 en los hatcheries de camarón*. <https://aquahoy.com/sindrome-de-la-zoea-2-en-los-hatcheries-de-camaron-blanco/#:~:text=El%20s%C3%ADndrome%20de%20la%20zoea%2D2%20se%20caracteriza%20por%20la,metamorfosis%20seguido%20de%20altas%20mortalidades>
- Meza, S. (2022). *Evaluación de productos inmunoestimulantes en camarones patiblanco (Penaeus vannamei) mediante un enfoque metabólico*. <https://panoramaacuicola.com/wp->

- content/uploads/2023/06/PANORAMA%20ACUICOLA%202027-5_Julio_Agosto_2022.pdf
- Miosottys, V. (2023). *Evaluación de la eficiencia de 3 probióticos comerciales como controladores de bacterias patógenas en tanques de larvas de camarón blanco (Litopenaeus vanammei) en un laboratorio de producción de larvas.* <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/11699/1/UPSE-TBI-2024-0039.pdf>
- Moyano, G. (2019). *Modelos animales para el estudio de la ecología de la resistencia a antibióticos: Klebsiella pneumoniae resistente a carbapenemas en ambientes nosocomiales.* <https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/52361a8b-0b21-462a-a95b-3c4afc489b91/content>
- Muleba, L. (2022). *Evaluación de la eficacia antibacteriana de los desinfectantes de manos de uso común en Sudáfrica.* <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9367797/>
- Muñoz, M. C. (2022). *Análisis de la calidad de agua en cultivo de larvas de camarón aplicando índice de calidad de agua (ica).* <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8857/1/UPSE-TBI-2022-0046.pdf>
- Newman., S. G. (2022). *Aclarando varios conceptos erróneos sobre el papel de las bacterias Vibrio en las enfermedades del camarón.* <https://www.globalseafood.org/advocate/una-actualizacion-sobre-la-vibriosis-la-principal-enfermedad-bacteriana-que-enfrentan-los-camaroneros/>
- Obando, D. E. (2023). *Aplicación de cúrcuma como medida profiláctica en la mejora de la respuesta fisiológica de larvas de camarón (Litopenaeus vannamei).* <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/10112/4/UPSE-TBI-2023-0066.pdf>
- Orellana, C. M. (2017). *Diagnóstico e Incidencia de Enfermedades Bacterianas y Parasitarias que Afectan el Cultivo de Camarón Marino.* <https://www.itca.edu.sv/wp-content/uploads/2021/02/11-Enfermedades-Camaro%CC%81n.pdf>
- Orozco, A. K. (2022). *AISLAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE BACTERIÓFAGOS LÍTICOS PARA EL CONTROL DE Vibrio parahaemolyticus CAUSANTE DE AHPND.* <https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/1323/1/Alma%20Karen%20Orozco%20Ochoa.pdf>
- Pérez, M. d. (2021). *Los probióticos y sus metabolitos en la acuicultura. Una Revisión.* https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972020000100093

- Ponce, E. (2023). *Evaluación del uso vibrifagos encapsulados en el alimento para el control de Vibrio causante de AHPND en el camarón.*
http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/3190/ponce_e%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ponce, E. I. (2023). *EVALUACIÓN DEL USO DE VIBRIÓFAGOS ENCAPSULADOS EN EL ALIMENTO PARA EL CONTROL DE Vibrio.*
http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/3190/ponce_e%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Quiros, B. (2021). *aislamiento caracterizacion y efectos del bacteriofagoel desarrollo temprano la dinámica microbiana.*
https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/2358/1/veyrand_b%20TESIS.pdf
- Reina, J., & Reina, N. (2018). *Fagoterapia ¿una alternativa a la antibioticoterapia.*
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6159377/>
- Rodríguez, E. A. (2023). *Resistencia bacteriana a antibióticos en ambientes acuáticos: origen e implicaciones para la salud pública.*
<https://www.redalyc.org/journal/120/12076139003/html/>
- Saltos, M. M. (2024). *Forbes Ec.* El top ten de exportadoras de camarón en el primer semestre de 2024
- Sandoval, L. S. (2020). *Papel de la salinidad, temperatura y pH sobre el nivel de expresión de mRNA de las toxinas PirA y PirB en Vibrio Parahaemolyticus .*
https://www.researchgate.net/profile/Ariel-Aguilar-2/publication/363118667_Papel_de_la_salinidad_temperatura_y_pH_sobre_el_nivel_de_expresion_de_mRNA_de_las_toxinas_PirA_y_PirB_en_Vibrio_Parahaemolyticus/links/630eadf561e4553b9550a825/Papel-de-la-salinida
- Soto, S. (2022). *New Insights into the Mechanism of Action of PirAB from Vibrio Parahaemolyticus.* file:///C:/Users/LILY/Downloads/toxins-14-00243.pdf
- Soto, S. (2022). *New Insights into the Mechanism of Action of PirAB from Vibrio Parahaemolyticus.* file:///C:/Users/LILY/Downloads/toxins-14-00243.pdf
- Valarezo, A. Y. (2022). *Principales Enfermedades De Origen Vírico Y Bacteriano Que Afectan Los Estadios Primarios Del Litopenaeus Vannamei.*
<https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/18559/1/ECUACA-2022-IAC-DE00011.pdf>
- Vázquez, L. (2023). *Diagnóstico de la acuicultura en México.*

https://fmcn.org/uploads/publication/file/pdf/Libro%20Acuacultura_2022.pdf

Yagual, K. (2023). *Incidencia de vibrios en cultivo larval de camarón *litopenaeus vannamei* en mar bravo y punta carnero en laboratorio wanbri.*

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/YAGUAL%20VERGARA%20KEILA%20NELLY.pdf>

Yockteng, J. (2017). *SITUACIÓN Y ALTERNATIVAS DE CONTINUIDAD Y DESARROLLO APROPIADO PARA LARGO PLAZO DE LAS LARVICULTURAS DE CAMARONES EN EL ECUADOR. SITUACIÓN Y ALTERNATIVAS DE CONTINUIDAD Y DESARROLLO APROPIADO PARA LARGO PLAZO DE LAS LARVICULTURAS DE CAMARONES EN EL ECUADO.*

<https://www.bioartemia.com/ayuda-memoria/>

ANEXOS

Dinámica de crecimiento *V. alginolyticus*

Tabla 11. Análisis estadístico

VARIABLE DEPENDIENTE	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	SIG
Zoea	Control	Acido orgánico	,999
		Terapia de fagos	,378
	Acido orgánico	control	,999
		Terapia de fagos	,361
	Terapia de fagos	control	,378
		Acido orgánico	,361
Mysis	Control	Acido orgánico	,341
		Terapia de fagos	,648
	Acido orgánico	control	,341
		Terapia de fagos	,079
	Terapia de fagos	control	,648
		Acido orgánico	,079
Postlarva III	Control	Acido orgánico	,932
		Terapia de fagos	,704
	Acido orgánico	control	,932
		Terapia de fagos	,490
	Terapia de fagos	control	,704
		Acido orgánico	,490
Postlarva VII	Control	Acido orgánico	,916
		Terapia de fagos	,661
	Acido orgánico	control	,916
		Terapia de fagos	,427
	Terapia de fagos	control	,661
		Acido orgánico	,427

Nota: Análisis estadístico con prueba post hoc o comparaciones múltiples de la dinámica de crecimiento *V. alginolyticus*

Tabla 12.

Análisis estadístico

VARIABLE DEPENDIENTE	TRATAMIENTO	TRATAMIENTOS (COMBINACIONES)	SIG
Zoea	Control	Acido orgánico	0,973
		Terapia de fagos	0,520
	Acido orgánico	control	0,973
		Terapia de fagos	0,653
	Terapia de fagos	control	0,520
		Acido orgánico	0,653

Nota: Prueba post hoc o comparaciones múltiples de dinámica de crecimiento *V. parahaemolyticus*

Tabla 13

Análisis estadístico

VARIABLE DEPENDIENTE	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	SIG
Zoea	Control	Acido orgánico	,496
		Terapia de fagos	,001
	Acido orgánico	control	,496
		Terapia de fagos	,006
	Terapia de fagos	control	,001
		Acido orgánico	,006
Mysis	control	Acido orgánico	,970
		Terapia de fagos	,948
	Acido orgánico	control	,970
		Terapia de fagos	,997
	Terapia de fagos	control	,948
		Acido orgánico	,997
Postlarva III	control	Acido orgánico	,762
		Terapia de fagos	,816
	Acido orgánico	control	,762
		Terapia de fagos	,995
	Terapia de fagos	control	,816
		Acido orgánico	,995
Postlarva VII	control	Acido orgánico	,999
		Terapia de fagos	,472
	Acido orgánico	control	,999
		Terapia de fagos	,455
	Terapia de fagos	control	,472
		Acido orgánico	,455

Nota: Prueba post hoc o comparaciones múltiples de dinámica de crecimiento *V. vulnificus*

Tabla 14**Análisis estadístico de prueba post hoc**

Variable dependiente	(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Sig.
Zoea	control	Acido orgánico	,387
		Terapia de fagos	,272
	Acido orgánico	control	,387
		Terapia de fagos	,978
	Terapia de fagos	control	,272
		Acido orgánico	,978
Mysis	control	Acido orgánico	,996
		Terapia de fagos	,793
	Acido orgánico	control	,996
		Terapia de fagos	,838
	Terapia de fagos	control	,793
		Acido orgánico	,838
Postlarva III	control	Acido orgánico	,888
		Terapia de fagos	,584
	Acido orgánico	control	,888
		Terapia de fagos	,861
	Terapia de fagos	control	,584
		Acido orgánico	,861
Postlarva VII	control	Acido orgánico	,494
		Terapia de fagos	,900
	Acido orgánico	control	,494
		Terapia de fagos	,731
	Terapia de fagos	control	,900
		Acido orgánico	,731

Nota: Prueba post hoc o comparaciones múltiples de dinámica de crecimiento de pseudomonas

Tabla 15.

Concentración mínima inhibitoria en el estadio zoea, evaluado en peceras

CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA EN TERAPIA DE FAGOS EN EL ESTADIO ZOEAE				
ESTADIO	ZOEAE			
Bacterias	Control negativo	0,0005 ml	0,0010 ml	0,0020 ml
<i>V. alginolyticus</i>	P	P	P	P
<i>V. Parahemolyticus</i>	P	P	P	N
<i>V. Vulnificus</i>	P	P	P	N
<i>Pseudomonas</i>	P	P	P	P

Nota: Se representa mediante la siguiente tabla las dosis usadas en el estadio zoea, que fueron 0,0005 ml/L, 0,0010ml/L y 0,0020 ml/L

Tabla 16.

Concentración mínima inhibitoria en el estadio mysis, evaluado en peceras

CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA EN TERAPIA DE FAGOS EN EL ESTADIO MYSIS				
ESTADIO	MYSIS			
Bacterias	Control negativo	0,0020 ml	0,0040 ml	0,0060 ml
<i>V. alginolyticus</i>	P	P	P	N
<i>V. Parahemolyticus</i>	P	N	N	N
<i>V. Vulnificus</i>	P	N	N	N
<i>Pseudomonas</i>	P	N	N	N

Nota: Se representa mediante la siguiente tabla las dosis usadas en el estadio mysis, que fueron 0,0020 ml/L, 0,0040ml/L y 0,0060 ml/L

Tabla 17.

Concentración mínima inhibitoria en el estadio postlarva, evaluado en peceras

CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA EN TERAPIA DE FAGOS EN EL ESTADIO POSTLARVA				
ESTADIO	POSTLARVA			
Bacterias	Control negativo	0,0060 ml	0,0040 ml	0,0020 ml
<i>V. alginolyticus</i>	P	P	P	P
<i>V. Parahemolyticus</i>	P	N	N	N
<i>V. Vulnificus</i>	N	N	N	N
<i>Pseudomonas</i>	P	P	N	N

Nota: Se representa mediante la siguiente tabla las dosis usadas en el estadio zoea, que fueron 0,0020 ml/L, 0,0040ml/L y 0,0060 ml/L

Fotografía 1: Revisión diaria de tanques



Fotografía 2: Análisis microscópicos de las larvas



Fotografía 3: Entrega de muestras para análisis microbiológicos.



Fotografía 4: Recogida de muestra para análisis MIC



Fotografía 5: Cosecha de los tanques PL12



Fotografía 6: Preparación de dosis de bacteriófagos




Fotografía 7: Instalaciones de JSD donde se aplicó el bioensayo



CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado “EFECTO DE ÁCIDOS ORGÁNICOS Y FAGOS EN LA SUPERVIVENCIA Y CARGA BACTERIANA PATOGENA EN POSTLARVAS DE *Penaeus vannamei*”, presentado por el estudiante, HENRY OMAR ARREAGA VERA, fue enviado al Sistema Anti-plagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 4%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

 **INFORME DE ANÁLISIS**
magister

ARREAGA VERA HENRY 13 junio (2)

4%
Textos sospechosos

< 1% Similitudes
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas

2% Idiomas no reconocidos

2% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: ARREAGA VERA HENRY 13 junio (2).docx ID del documento: 21bfa882deddb0667e1005684c4928540c9ac6d Tamaño del documento original: 98,91 kB	Depositante: SONNYA PATRICIA MENDOZA LOMBANA Fecha de depósito: 13/6/2025 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 13/6/2025	Número de palabras: 7430 Número de caracteres: 49.302
--	---	--

Ubicación de las similitudes en el documento:

Ac. Sonnya Mendoza Lombana, PhD.
TUTORA