



**Evaluación de diferentes concentraciones de algas marinas Phycovax® en dietas balanceadas para camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en etapa de pre-cría y su impacto en la supervivencia en una producción semi-intensiva**

Triviño De la Cruz, Karen Dayana

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Ortiz Tirado, Juan Cristóbal, PhD.

24 de noviembre del 2023



**Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura**

**Carrera Agropecuaria**

**Certificación:**

Certifico que el trabajo de integración curricular: **Evaluación de diferentes concentraciones de algas marinas Phycovax® en dietas balanceadas para camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en etapa de pre-cría y su impacto en la supervivencia en una producción semi-intensiva**, fue realizado por la señorita **Triviño De la Cruz, Karen Dayana**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 24 de noviembre del 2023



-----  
**Ing. Ortiz Tirado, Juan Cristóbal, PhD.**

C. C: 1709998163

# Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos



## Triviño Karen-Casi revisión (copy leak...

### Scan details

Scan time:  
August 30th, 2023 at 19:20 UTC

Total Pages:  
56

Total Words:  
13918

### Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
Identical	3.2%	444
Minor Changes	0.8%	112
Paraphrased	1.5%	214
Omitted Words	0%	0

### AI Content Detection



Text coverage  
● AI text  
○ Human text

### Plagiarism Results: (57)

[?savePDF=4302f6f1f06ca8e89e39b7d3d32a324d&art...](https://www.copyleaks.com/ai-content-detector/?savePDF=4302f6f1f06ca8e89e39b7d3d32a324d&art...)

1.7%



Ing. Ortiz Tirado, Juan Cristóbal, PhD.

C. C: 1709998163



**Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura**

**Carrera Agropecuaria**

**Responsabilidad de Autoría:**

Yo, **Triviño De la Cruz, Karen Dayana**, con cédula de ciudadanía n° 1726157348, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **Evaluación de diferentes concentraciones de algas marinas Phycovax® en dietas balanceadas para camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en etapa de pre-cría y su impacto en la supervivencia en una producción semi-intensiva** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 24 de noviembre del 2023

  
.....  
**Triviño De la Cruz, Karen Dayana**

**C.C. 1726157348**



**Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura**

**Carrera Agropecuaria**

**Autorización de Publicación:**

Yo, **Triviño De la Cruz, Karen Dayana**, con cédula de ciudadanía n° 1726157348, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **Evaluación de diferentes concentraciones de algas marinas Phycovax® en dietas balanceadas para camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en etapa de pre-cría y su impacto en la supervivencia en una producción semi-intensiva en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.**

Sangolquí, 24 de noviembre del 2023

**Triviño De la Cruz, Karen Dayana**

C.C. 1726157348

## **Dedicatoria**

A mis padres amados, Fausto y Paulina, que han sido mi soporte y guía durante todos estos años, me han cuidado, aconsejado y apoyado en cada paso que he dado; sobre todo, han sido los responsables del ser humano en el que me he convertido.

A familiares que han caminado junto a mí con paciencia y amor, a mis ñañas Manuela y Gloria por ser las hermanas que la vida me regaló.

A mi primita Megan, por hacerme ver que hay personitas que siguen los pasos de los más grandes y ha sido el motivo de reflexionar sobre cada paso que he dado.

A mis abuelitos Carmelina y Pablo (+) porque han sido un motor para que siga adelante y culmine con mis estudios. A mi tía Sandra por el cariño y apoyo desde que estaba en el vientre de mi madre hasta la actualidad.

A mis tías Alejandrina (+) y Blanca que me enseñaron a ser valiente, porque con su inocencia me han impulsado a perseguir mis sueños y tener esa sed de salir adelante.

A Margarita (+) que fue como una abuelita y Ericka (+) por su gran ejemplo de lucha y cariño hacia mi familia.

A Carolina (+) amiga con la que crecí y jugué en mi niñez. Mi Carito te dedico este título porque tú te adelantaste al cielo a puertas de graduarte. Pero lo logramos.

A Annabel Palacios por ser una mentora para mí, por todos sus consejos y sabiduría tanto en lo profesional como personal.

Karen Dayana Triviño De la Cruz

## **Agradecimiento**

Primero quiero agradecer a Dios para haberme dado la vida, ser mi centro, por cuidarme y permitirme cumplir su propósito desde que estaba en el vientre mi madre hasta estas instancias de la vida. Agradezco a mis padres que han sido pilares fundamentales en mi vida y en este camino que no ha sido nada fácil pero gratificante a la vez.

Agradezco al Doctor Juan Ortiz, tutor de mi tesis y docente al cual considero y admiro por su sabiduría, profesionalismo y corazón generoso. Gracias por confiar en mí.

A Annabel Palacios por darme la oportunidad demostrar que soy capaz de ser una profesional de excelencia, por sus sabios consejos, cariño y ejemplo tanto profesional como personal.

Al equipo Phycovax por hacer realidad este proyecto y permitirme desarrollarme como profesional a través del campo investigativo. A las familias Rosero Cárdenas, Rosero Andrade, De la Cruz, Ortega, que me han acompañado durante todos estos años mediante consejos, apoyo y alegría.

A Nicole por ser una amiga incondicional y acompañarme en mi proceso desde la vida colegial hasta el presente. A mis amigos de la vida Universitaria, Evelyn P, Luis A, María de Lourdes G, Silvia P, Saraí R, Belén S, Lisseth V y Mafer C, con los que he vivido momentos inolvidables que atesoraré toda mi vida.

A Kevin por ser un compañero de lucha durante el transcurso de este proyecto investigativo y por vivir el proceso del mundo laboral. A Ángel Cárdenas, Jadira Muñoz, María Jimbo, Antonio Parrales, Carla Ocaña, Ismael falla y todos quienes conforman la camaronera Laquila, por haber formado parte de mi vida laboral y personal, por sus sabios consejos, enseñanzas y hacerme sentir como parte de su familia.

Karen Dayana Triviño De la Cruz

## Índice de contenidos

Carátula .....	1
Certificación .....	2
Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos .....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento .....	7
Índice de contenidos .....	8
Índice de tablas.....	12
Índice de figuras.....	14
Resumen .....	16
Abstract.....	17
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>18</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>18</b>
Antecedentes .....	18
Justificación.....	20
Objetivos .....	21
Objetivo general .....	21
Objetivos específicos.....	21
Hipótesis .....	21
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>22</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>22</b>
Producción camaronera en el Ecuador.....	22
Camarón blanco .....	23



Sistema inmunitario .....	24
Respuesta innata.....	24
Respuesta adaptativa .....	24
Parámetros generales para el cultivo de camarón blanco .....	25
Temperatura del agua .....	25
Salinidad.....	25
Oxígeno disuelto.....	26
Densidad de siembra.....	26
pH.....	26
Manejo del agua .....	26
Requerimientos nutricionales en camarón .....	27
Inmuno-estimulantes .....	30
Diatomeas .....	33
SOD (Súper óxido dismutasa) .....	34
Vibriosis en el Ecuador.....	35
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>39</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>39</b>
Ubicación del área de investigación .....	39
Descripción de la investigación.....	40
Procedimiento para el análisis microbiológico del agua y suelo .....	42
Procedimiento para la toma de parámetros físicos y químicos del agua .....	43
Lavado y preparación de piscina .....	43
Preparación de dietas balanceadas y tratamientos.....	46
Siembra de larvas.....	48
Manejo y control sanitario del estanque experimental.....	50
Técnicas de laboratorio.....	52

Preparación de medios de cultivo para vibrios.....	53
Bacteriología de hepatopáncreas .....	54
Patología en fresco .....	54
Observación y conteo de colonias .....	56
Fijación de muestras para histología.....	57
Extracción de hemolinfa.....	59
Súper óxido dismutasa (SOD) .....	60
Diseño experimental.....	60
Análisis estadístico de varianzas entre grupos (ANOVA).....	61
Evaluación de variables.....	61
Parámetros fisicoquímicos del agua .....	61
Parámetros microbiológicos.....	62
Parámetros sanitarios.....	62
<b>CAPITULO IV</b> .....	<b>64</b>
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>64</b>
Parámetros fisicoquímicos del agua .....	64
Parámetros sanitarios.....	68
Supervivencia .....	68
Análisis de patología en fresco .....	70
Hepatopáncreas .....	70
Lípidos.....	72
Análisis bacteriológico .....	74
Análisis de SOD .....	77
Análisis histológico .....	79
<b>CAPITULO V</b> .....	<b>82</b>
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>82</b>

Parámetros ambientales fisicoquímicos del agua .....	82
Bacteriología .....	83
Parámetros sanitarios.....	84
Sobrevivencia, hepatopáncreas y SOD .....	84
<b>CAPITULO VI</b> .....	87
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	87
Conclusiones.....	87
Recomendaciones.....	88
<b>Bibliografía</b> .....	90

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Requerimientos físico - químicos para el cultivo de <i>Litopenaeus vannamei</i></i> .....	27
<b>Tabla 2</b> <i>Características del tamaño del alimento (pellet) y nutrición general en relación con el peso del camarón</i> .....	28
<b>Tabla 3</b> <i>Requerimientos nutricionales recomendados para el camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>)</i> .....	29
<b>Tabla 4</b> <i>Enfermedades provocadas en camarones por la vibriosis</i> .....	37
<b>Tabla 5</b> <i>Tratamientos empleados</i> .....	40
<b>Tabla 6</b> <i>Cantidad de balanceado comercial y alga Phycovax®</i> .....	46
<b>Tabla 7</b> <i>Valor cualitativo del grado de severidad a la deformación tubular en hepatopáncreas</i> .....	55
<b>Tabla 8</b> <i>Concentración de bacterias (UFC)por ml por g</i> .....	57
<b>Tabla 9</b> <i>Promedio y desviación estándar de la sobrevivencia por tipo de tratamiento</i> .....	68
<b>Tabla 10</b> <i>Media y desviación estándar de los tratamientos respecto al daño a la hepatopáncreas</i> .....	72
<b>Tabla 11</b> <i>Promedio y desviación estándar por tratamiento respecto a lípidos</i> .....	74
<b>Tabla 12</b> <i>Promedio y desviación estándar de <i>V. parahaemolyticus</i> por tratamiento en hepatopáncreas</i> .....	76
<b>Tabla 13</b> <i>Promedio y desviación estándar de <i>V. alginolyticus</i> por tratamiento en hepatopáncreas</i> .....	76
<b>Tabla 14</b> <i>Promedio y desviación estándar de <i>V. vulnificus</i> por tratamiento en hepatopáncreas</i> .....	77
<b>Tabla 15</b> <i>Promedio y desviación estándar del porcentaje de inhibición del SOD con respecto al tipo de alga</i> .....	77
<b>Tabla 16</b> <i>Promedio y desviación estándar del porcentaje de inhibición del SOD con</i>	

*respecto a la concentración de alga* ..... 78

**Tabla 17** *Promedio y desviación estándar de porcentaje de inhibición de SOD*..... 79

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> <i>Exportaciones ecuatorianas de camarón en miles de toneladas métricas</i>	
2012-2022 .....	23
<b>Figura 2</b> <i>Camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>)</i> .....	23
<b>Figura 3</b> <i>Piscina experimental ubicada en camaronera Laquila</i> .....	39
<b>Figura 4</b> <i>Distribución de los tratamientos</i> .....	41
<b>Figura 5</b> <i>Elaboración de comederos</i> .....	41
<b>Figura 6</b> <i>Elaboración de bolsos para las jaulas experimentales</i> .....	42
<b>Figura 7</b> <i>Elaboración de rótulos con material reciclado</i> .....	42
<b>Figura 8</b> <i>Colocación de malla verde en cuadro de compuerta de salida</i> .....	44
<b>Figura 9</b> <i>Aplicación de barbasco</i> .....	45
<b>Figura 10</b> <i>Colocación de jaulas en piscina</i> .....	45
<b>Figura 11</b> <i>Preparación de alimento</i> .....	47
<b>Figura 12</b> <i>Tratamientos preparados</i> .....	47
<b>Figura 13</b> <i>Pesaje de tratamientos</i> .....	48
<b>Figura 14</b> <i>Cosecha de larva</i> .....	49
<b>Figura 15</b> <i>Conteo y transporte de larva</i> .....	50
<b>Figura 16</b> <i>Siembra de larva</i> .....	50
<b>Figura 17</b> <i>Aplicación de ponzyme</i> .....	51
<b>Figura 18</b> <i>Preparación de placas para patología</i> .....	52
<b>Figura 19</b> <i>Observación de placas en el microscopio</i> .....	52
<b>Figura 20</b> <i>Preparación de agar</i> .....	53
<b>Figura 21</b> <i>Siembra de muestras para bacteriología</i> .....	55
<b>Figura 22</b> <i>Observación de colonias</i> .....	56
<b>Figura 23</b> <i>Conteo de colonias</i> .....	57

<b>Figura 24</b> <i>Fijación de la hepatopáncreas de camarón con fijador davidson</i> .....	58
<b>Figura 25</b> <i>Extracción de hemolinfa</i> .....	59
<b>Figura 26</b> <i>Preparación de anticoagulante</i> .....	60
<b>Figura 27</b> <i>Temperatura promedio en °C registrada en la piscina de cultivo</i> .....	64
<b>Figura 28</b> <i>Promedio de oxígeno registrado en la piscina de cultivo de camarones</i> .....	65
<b>Figura 29</b> <i>Alcalinidad promedio por días de cultivo</i> .....	65
<b>Figura 30</b> <i>pH promedio por días de cultivo</i> .....	66
<b>Figura 31</b> <i>Amonio libre por días de cultivo</i> .....	67
<b>Figura 32</b> <i>Salinidad en ppt por días de cultivo</i> .....	67
<b>Figura 33</b> <i>Media de supervivencia en porcentaje por tratamiento y días de cultivo</i> .....	68
<b>Figura 34</b> <i>Promedio de supervivencia por tipo de alga</i> .....	69
<b>Figura 35</b> <i>Sobrevivencia media por concentración</i> .....	69
<b>Figura 36</b> <i>Daño de la hepatopáncreas por tratamiento</i> .....	70
<b>Figura 37</b> <i>Media de grado de daño de la hepatopáncreas en tratamiento PWX y WT</i> .....	71
<b>Figura 38</b> <i>Media de grado de daño a la hepatopáncreas por tratamiento</i> .....	71
<b>Figura 39</b> <i>Media de lípidos por tipo de tratamiento</i> .....	72
<b>Figura 40</b> <i>Media de lípidos por concentración</i> .....	73
<b>Figura 41</b> <i>Porcentual media de lípidos por tratamiento</i> .....	73
<b>Figura 42</b> <i>UFC por tipo de vibrio y tratamiento</i> .....	75
<b>Figura 43</b> <i>Media del porcentaje de SOD por tipo de alga</i> .....	78
<b>Figura 44</b> <i>Media de SOD por concentración</i> .....	79
<b>Figura 45</b> <i>Cortes histológicos del tejido de la hepatopáncreas de Litopenaeus vannamei</i> <i>bajo el efecto de dos tipos de algas phycovax a tres concentraciones</i> .....	80

## Resumen

La producción camaronera en Ecuador es muy importante para su economía, pero enfrenta diversos desafíos, en parte por los cambios ambientales y microorganismos que provocan una alta tasa de mortalidad. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el impacto de diferentes concentraciones de algas marinas de la empresa Phycovax® en la supervivencia del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) administradas en dietas balanceadas en etapa de pre-cría en una producción semi-intensiva. Se aplicaron 2 tipos de algas PWX-192 y WT, cada una de ellas en tres concentraciones (3%, 4% y 5%). Se analizó estadísticamente cada tratamiento, los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas entre tratamientos con algas marinas y el control ( $p > 0,05$ ), tanto para supervivencia ( $p = 0,99$ ), daño hepático ( $p = 0,45$ ) y carga bacteriana de *Vibrios Parahaemolyticus* ( $p = 0,99$ ), *alginolyticus* ( $p = 0,95$ ) y *vulnificus* ( $p = 0,99$ ). Sin embargo, para la enzima SOD como un indicador de respuesta inmune, muestra diferencias estadísticas ( $p = 0,001$ ). Es importante mencionar que la variable supervivencia en el control, mantuvo un valor de 60,5%, y el tratamiento PWX-192 (3%) 60%. Además, el daño hepático causado por la presencia de vibrios, mostraron un menor daño (G1) en todos los tratamientos, a diferencia del control (G2). En este sentido, la menor carga de vibrios en los organismos, mostró el tratamiento PWX al 3%, con un SOD del 83.75%.

**Palabras clave:** CAMARÓN BLANCO, INMUNOLOGÍA, MORTALIDAD, ALGAS, TRATAMIENTO.



## Abstract

Shrimp production in Ecuador is highly significant for its economy, but it faces various challenges, partly due to environmental changes and microorganisms that result in a high mortality rate. The aim of this research was to evaluate the impact of different concentrations of marine algae from Phycovax® company on the survival of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) when administered in balanced diets during the pre-breeding stage of semi-intensive production. Two types of algae, PWX-192 and WT, were applied, each in three concentrations (3%, 4%, and 5%). Each treatment was statistically analyzed, and the results demonstrated no significant differences between treatments with marine algae and the control group ( $p > 0.05$ ), for both survival ( $p = 0.99$ ), hepatic damage ( $p = 0.45$ ), and bacterial load of *Vibrios Parahaemolyticus* ( $p = 0.99$ ), *alginoliticus* ( $p = 0.95$ ), and *vulnificus* ( $p = 0.99$ ). However, for the SOD enzyme as an indicator of immune response, there were statistically significant differences ( $p = 0.001$ ). It is important to mention that the survival variable in the control group maintained a value of 60.5%, and the PWX-192 (3%) treatment was 60%. Furthermore, hepatic damage caused by the presence of vibrios showed less damage (G1) in all treatments compared to the control (G2). In this regard, the lower vibrio load in organisms was observed in the PWX treatment at 3%, with an SOD of 83.75%.

**Keywords:** WHITE SHRIMP, IMMUNOLOGY, MORTALITY, ALGAE, TREATMENT.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### Antecedentes

Según el análisis de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, la acuicultura es uno de los sectores productivos con mayor crecimiento, siendo una de las actividades más requeridas el cultivo de camarón blanco, el cual se constituye en uno de los productos de exportación de mayor valor y comercialización a nivel mundial (Food and Agriculture Organization [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 1998).

Ecuador es un productor consolidado de camarón, la actividad camaronera ecuatoriana tiene sus inicios a finales de los años 60 en la provincia de El Oro, convirtiéndose la década de los 70 y 80 en una de las principales provincias productivas del Ecuador, con volúmenes importantes de producción para la exportación e ingreso de divisas (Castillo y Velásquez, 2021). Sin embargo, los últimos años se han reportado altos costos en la producción, ascendiendo a 24% más en comparación con años anteriores (Cámara Marítima del Ecuador [CAMA], 2023).

El potencial productivo ecuatoriano se debe en gran medida a las óptimas condiciones para la camaronicultura, no obstante, se evidencia que la presencia de enfermedades son una importante amenaza para el proceso de crianza. A esta situación, Fonseca *et al.* (2013), mencionan que además de la intervención humana para el control de enfermedades, todos los seres vivos cuentan con un sistema inmune que permite sobrellevar diferentes enfermedades, recomendando realizar estudios cuidadosos en las características específicas de los sistemas inmunes de los crustáceos y particularmente de los camarones (Fonseca *et al.*, 2013).

Hans *et al.* (2021) menciona que al conocer el sistema de respuesta del huésped (camarones en este caso) es posible seleccionar o diseñar moléculas para ser añadidas al alimento para unirse a receptores selectivos y obtener una regulación del AMP segundo

mensajero correspondiente, como una vía de defensa ante los grupos de patógenos (Hans *et al.*, 2021). Esto quiere decir que los camarones poseen un sistema inmunitario natural que le ayuda a defenderse de algunas enfermedades, pero no pueden desarrollar respuestas inmunitarias especializadas.

Hace más de 50 años se realizaron investigaciones que demostraron el papel de los polisacáridos de algas marinas en la inhibición de los virus de la influenza B y las paperas. A través de los años, se ha descubierto que los polisacáridos sulfatados de origen marino tienen diversas actividades antivirales contra una variedad de virus envueltos y no envueltos debido a su estructura única, lo que resulta en la inactivación de los viriones antes de la infección o al inhibir su replicación dentro de las células huésped (Hans *et al.*, 2021).

Panggabean *et al.* (2022) menciona que los polisacáridos sulfatados marinos se consideran fuentes potenciales de compuestos bioactivos para el desarrollo de fármacos, tales como antitumorales, antivirales, antioxidantes, antibacterianos, anticoagulantes e inmunitarios, y plantea la posibilidad de avances en medicamentos antivirales (Panggabean *et al.*, 2022).

Se ha demostrado que las propiedades antivirales de la carragenina han mostrado efectos inhibitorios prometedores sobre muchos tipos de virus. Puede interrumpir efectivamente la interacción entre el virus y los receptores de la célula huésped, bloqueando así la internalización de las partículas del virus. Según Panggabean *et al.* (2022) se demostró que el fucoidan ayudó a estimular la función inmunitaria innata y adaptativa mediante la modulación de los linfocitos B (células de la médula ósea) y los linfocitos T (timocitos) en ratones infectados con el virus.

Castellano (2021) en su tesis que analiza el efecto de dietas funcionales con la inclusión de *Spirulina* sp. contra bacterias patógenas de tipo vibrio en camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), mediante la utilización de 3 tratamientos (2%, 4% y 6% de espirulina), concluyó, que las unidades experimentales alimentadas durante 41 días mediante espirulina y exposición a vibrio, el mejor tratamiento fue aquel alimentado con 4% *Spirulina* sp, con un 53% de

supervivencia en camarones peneidos.

### **Justificación**

La vibriosis, se considera una de las infecciones por consumo de mariscos crudos o poco cocidos y una de las causas más importantes de infecciones transmitidas por los alimentos. Esta enfermedad afecta a los camarones y se transmite a las personas mediante su consumo. Sperling *et al.* (2015), en su estudio sobre la resistencia antimicrobiana de *Vibrio spp.* en camarones en Ecuador, determinaron que el vibrio tiene “presencia ubicua en camarones al por menor y en camaroneras” (Sperling *et al.*, 2015, p. 2092)

Para combatir estas enfermedades bacterianas, es común utilizar antibióticos en la acuicultura durante todos los ciclos de producción, sin embargo, es una práctica que conlleva problemas ambientales y de salud humana. Entre los casos más graves a mencionar, es la acumulación de antibióticos en los tejidos de los camarones, mismos que pueden ocasionar intoxicación en los consumidores debido a la alteración de su flora intestinal y la resistencia de bacterias patógenas (Santiago *et al.*, 2009). Esta práctica ha llevado a organismos internacionales como Naciones Unidas a impulsar acciones como “La semana mundial de concientización sobre el uso de los antimicrobianos” (celebrada del 18 al 24 de noviembre de cada año) (La Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2021) y la elaboración del “Plan nacional para la prevención y control de la resistencia antimicrobiana 2019-2023”, además de impulsar el desarrollo de diversas investigaciones en inmuno-estimulantes que los camarones activen su sistema inmunitario en presencia de patógenos sin afectar su supervivencia o su capacidad reproductiva.

En este contexto, en Ecuador se ha restringido el uso de antibióticos y productos químicos en la acuicultura, y se han implementado políticas para controlar enfermedades (Cámara Nacional de Acuicultura [CNA], 2022).

En la industria camaronera ecuatoriana, se han realizado varios ensayos utilizando conglomerados de algas, es por ello que, en la presente propuesta, se pretende utilizar el

conglomerado de algas diatomeas conocido como Phycovax®, probado por la Universidad de California para evaluar el efecto de diferentes concentraciones de algas en dietas balanceadas para camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en etapa de pre-cría, y su impacto en la supervivencia en una producción semi-intensiva. Se espera que este producto estimule el sistema inmunitario del camarón en etapas tempranas y la tasa de supervivencia se vea mejorada, independientemente del contenido de vibrio en el agua de cultivo.

## **Objetivos**

### ***Objetivo general***

Evaluar diferentes concentraciones de algas marinas Phycovax® en dietas balanceadas para camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en etapa de pre-cría y su impacto en la sobrevivencia en una producción semi-intensiva.

### ***Objetivos específicos***

Determinar la tasa de sobrevivencia del camarón bajo el efecto de dietas balanceadas complementadas con el conglomerado de algas Phycovax®.

Determinar la respuesta inmune en juveniles de camarón blanco expuestos a diferentes concentraciones de algas Phycovax® incluidas en la dieta.

## **Hipótesis**

Ho: “Las diferentes concentraciones de algas marinas Phycovax® complementadas en dietas balanceadas para camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en etapa de pre-cría deprime el sistema inmune del camarón e incrementa la tasa de mortalidad en una producción semi-intensiva en campo.

H1: “Las diferentes concentraciones de algas marinas Phycovax® utilizadas en dietas balanceadas para camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en etapa de pre-cría mejoran la tasa de supervivencia, dado por el estímulo del sistema inmune innato y el incremento de los parámetros inmunológicos en una producción semi-intensiva en campo.

## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### **Producción camaronera en el Ecuador**

En la actualidad, Ecuador es el mayor exportador mundial de camarones en el mundo, con una industria en constante expansión y transformación. Desde su inicio en la década de 1960, la industria camaronera ecuatoriana se ha consolidado “gracias a sus condiciones favorables: clima tropical con altas temperaturas y humedad, aguas de buena calidad gracias a extensos manglares que actúan como filtros naturales, y abundancia de especies nativas como el camarón blanco del Pacífico o *Litopenaeus vannamei*. A esto se sumó la ambición y el esfuerzo de familias y corporaciones” (Amerise, 2023).

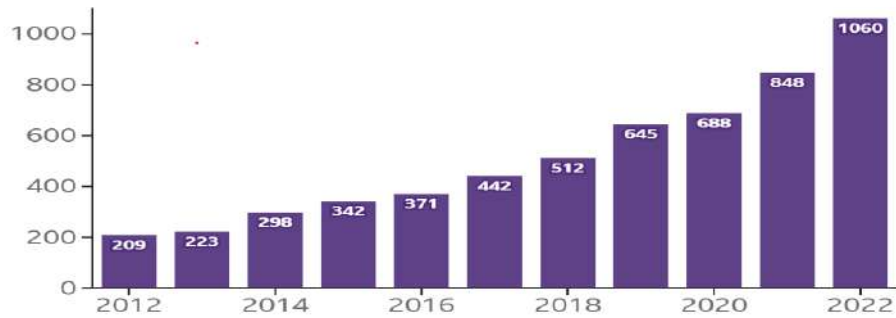
Según estadísticas de la Cámara Nacional de Acuicultura, la producción de camarón de Ecuador creció un 26% y las exportaciones crecieron en el periodo de enero a diciembre de 2022 a más de dos mil millones de libras, lo que equivale a más de 6 mil millones de dólares. En 2022, Ecuador se convirtió el principal exportador de camarones a nivel mundial “uno de cada cinco camarones que hoy circulan en los mercados mundiales procede de Ecuador” (Amerise, 2023).

En Ecuador, la industria camaronera es una fuente importante de empleo, según Rivera (2018), citado en Gonzabay *et al.* (2021), las empresas del sector “generan alrededor de 180.000 puestos de trabajo, además el excedente de producción permite satisfacer la demanda local y poder exportar al mercado de la Unión Europea” (Gonzabay *et al.*, 2021, p.1058).

En la época de los 90's Ecuador se estableció como el primer exportador de camarón por encima de países asiáticos, sin embargo, “esta expansión sin control tuvo un impacto negativo en el medio ambiente y en la calidad de los productos. El exceso de producción de camarones y la utilización de productos químicos para acelerar su crecimiento tuvieron un impacto negativo en los ecosistemas y la salud de los consumidores” (Rosales, 2023, p. 35).

## Figura 1

Exportaciones ecuatorianas de camarón en miles de toneladas métricas 2012-2022



Nota. El gráfico representa la evolución de las exportaciones de camarón en miles de Tm durante los años 2012 hasta 2022 Cámara Nacional de Acuicultura de Ecuador. Recuperado de CNA (2022).

## Camarón blanco

La familia *Penaeidae* incluye un crustáceo decápodo llamado camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), también conocido como camarón patiblanco. Según Yunga (2013) “la acuicultura del camarón nació en 1958, en la provincia de El Oro, específicamente en Santa Rosa, la principal especie de cultivo en la costa ecuatoriana es *Litopenaeus vannamei*, considerada una de la más resistente a los cambios ambientales”

## Figura 2

Camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*)



Nota. El gráfico representa a la especie de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*). Recuperado de Yunga (2013).

## **Sistema inmunitario**

Rueda (2018) indica que los sistemas inmunológicos de los camarones son poco desarrollados, debido a que carecen de glóbulos blancos y de memoria inmunológica.

El sistema inmunológico del camarón blanco está compuesto por dos componentes principales, la respuesta innata y la respuesta adaptativa.

### ***Respuesta innata***

El camarón blanco cuenta con diversas estrategias de defensa inmunológica para protegerse contra los patógenos. En primer lugar, posee barreras físicas en forma de una cutícula resistente y secreciones antimicrobianas presentes en su exoesqueleto, estas secreciones actúan como una barrera física y química para prevenir la entrada de patógenos.

Aguirre *et al.* (2021) citado en Rueda (2018), menciona que el exoesqueleto de los camarones que está compuesto por carbonato de calcio, proteínas y carbohidratos, actúa como una barrera natural que los protege tanto de lesiones como de organismos patógenos (Rueda, 2018).

Los camarones tienen como parte de su sistema inmune a los hemocitos, que son células sanguíneas especializadas, que tienen la capacidad de realizar fagocitosis, es decir, englobar y destruir bacterias, virus y otros patógenos. Los hemocitos son una barrera protectora del sistema inmune de los camarones a nivel celular, impidiendo infecciones y posteriores enfermedades (Morales y Cuéllar, 2014).

Otro componente importante del sistema inmunológico del camarón blanco son las proteínas plasmáticas que es utilizado para evaluar la situación sanitaria de los camarones. Según Morales y Cuéllar (2014). cuando el camarón presenta una infección, esta se hace evidente a nivel de las células de los tejidos afectados, aumentando la concentración de hemolinfa (Morales y Cuéllar, 2014).

### ***Respuesta adaptativa***

El camarón blanco puede desarrollar una memoria inmunológica después de la



exposición inicial a un patógeno. Esta memoria inmunológica se presenta con receptores y anticuerpos, los cuales activan células de memoria, activando así una respuesta ante el ataque de patógenos (Morales y Cuéllar, 2014).

Es importante destacar que una variedad de factores, incluido el ambiente acuático, la calidad del agua, la alimentación, el estrés, las condiciones de cultivo y el manejo adecuado, pueden afectar el sistema inmunológico del camarón blanco. Para mantener la salud y el sistema inmunológico óptimos de los camarones blancos, es necesario un enfoque integral de cuidado y manejo.

### **Parámetros generales para el cultivo de camarón blanco**

#### ***Temperatura del agua***

En sus primeras etapas de vida (larvas y postlarvas), *L. vannamei* se considera una especie estenotérmica y euritérmica, posteriormente en su etapa de pre-adulto se considera estenotérmico. Esta situación lleva a Godínez *et al.* (2011) a mencionar que la temperatura del camarón no debe estar por debajo de los 23°C y ni por encima de 34°C de esta manera se cuidan los procesos de alimentación y crecimiento de los camarones. La temperatura del agua es esencial para el crecimiento y el desarrollo de un camarón. Un rango de temperatura ideal de 28-32 °C fomenta una tasa de crecimiento adecuada y una buena salud de los camarones. La alimentación, el metabolismo y la respuesta inmunológica del camarón pueden verse afectados negativamente por valores fuera de este rango (Peña y Varela, 2015).

#### ***Salinidad***

La salinidad en cambio puede ser variable según Godínez *et al.* (2011) recomienda que la salinidad debe ser al menos de 0.5 ppt. Esto debido a que en caso de que la salinidad sea menor podría afectar negativamente a la sobrevivencia” (Godínez *et al.*, 2011).

El camarón blanco es una especie eurihalina que puede soportar una variedad de niveles de sal en el agua. Sin embargo, se recomienda mantener la salinidad en el rango ideal de 20-35 ppt, para garantizar un desarrollo adecuado. Para mantener su equilibrio osmótico, la

mayoría de las especies de camarón requieren una cantidad adecuada de sal (Godínez *et al.*, 2011).

### ***Oxígeno disuelto***

La respiración de los camarones depende del oxígeno disuelto. Una recomendación es mantener el oxígeno disuelto en el agua superior a 3 mg/L (Godínez *et al.*, 2011). La aireación y la circulación del agua son esenciales para mantener niveles adecuados en los estanques de cultivo.

### ***Densidad de siembra***

Aunque la densidad de camarones varía en función a diversos factores como la salinidad, la etapa de crecimiento y el sistema de cultivo, Godínez *et al.* (2011).menciona que esta especie de camarón presenta buenos indicadores de crecimiento cuando la densidad de siembra es de 50 org/m<sup>2</sup> y a bajos niveles de salinidad (10 ups,15 ups).

CNA menciona que para pre-cría entre 0,5 a 1 millón de larvas /Ha y en engorda de 80 a 150 mil camarones /Ha, en épocas con temperaturas entre 28 a 32 °C, cuando baja la temperatura, ésta puede variar hasta en un 50 % de lo que se siembra en invierno.

### ***pH***

El pH debe ser cercano al neutro o ligeramente alcalino por los procesos de muda. Un rango recomendado está entre siete y ocho unidades (Godínez *et al.*, 2011).

La capacidad de los camarones para metabolizar los nutrientes y mantener un equilibrio ácido-base está influenciada por el pH del agua. Para evitar efectos perjudiciales en la salud y el crecimiento del camarón, es crucial mantener el pH en este rango ideal de 7.5-8.5 (Peña y Varela, 2015).

### ***Manejo del agua***

Chávez y Higuera (2023) citado en Godínez *et al.* (2011), hace énfasis en la calidad de agua para contar con un entorno adecuado para el crecimiento del camarón, debido a que en ella se encuentran los elementos físicos y químicos que favorecen su crecimiento, pero también

en el agua se pueden encontrar residuos contaminantes mineros, agrícolas, domésticos, entre otros, que pueden contaminar su entorno.

**Tabla 1**

*Requerimientos físico - químicos para el cultivo de Litopenaeus vannamei*

<b>Requerimiento</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Óptimo</b>
Temperatura (°C)	20	32	28
Oxígeno disuelto (mg/L)	3	9	5
pH	6	9	7.5
Salinidad (ppt)	15	25	20
Amonio (NH <sub>4</sub> ) (mg/L)	0.1	1.0	0.5
Alcalinidad total (HCO <sub>3</sub> ; CO <sub>3</sub> ) (mg/L)	75	200	120

*Nota.* Recuperado de Paredes y Rodríguez (2020); Godínez *et al.* (2011); Hanna Instruments (2020); Moreno *et al.* (2011).

### **Requerimientos nutricionales en camarón**

El camarón blanco, también conocido como camarón *vannamei*, es ampliamente cultivado en acuicultura debido a su adaptabilidad y rápido crecimiento. Sus necesidades nutricionales varían según su etapa de crecimiento, tamaño y condiciones de cultivo específicas. Sin embargo, a continuación, se detallan algunos de los requisitos nutricionales generales para el camarón blanco.

Según el manual para la identificación de estadios larvales del camarón, el alimento varía dependiendo de la etapa y estadio de desarrollo debido a que, en cada etapa, los camarones blancos tienen diferentes requerimientos nutricionales. En la etapa de protozoas aparecen los apéndices alimenticios que le permiten al camarón (larva) ingerir alimentos por cuenta propia (Goytortúa *et al.*, 2023). Torres (2014) citado en Guacho (2022) explica sobre los hábitos alimenticios del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, indica que en su etapa larvaria y juvenil esta especie de camarón se alimenta de plancton y microalgas en el agua, y en su fase de larva adulta sus hábitos alimenticios cambian, iniciando con el consumo de proteína animal, en su etapa juvenil el consumo es de características bentónicas (consume diferentes tipos de alimentos), para finalmente convertirse en omnívoro (Guacho, 2022). Las fuentes de

nutrientes para los camarones pueden ser variados, dependiendo de los tipos de alimento proporcionados en sus diferentes etapas de crecimiento. Se cuenta en el mercado como forma de alimento más común los pellets, los cuales son alimentos balanceados que prevén alta digestibilidad. Entre los ingredientes utilizados se puede mencionar la soya y subproductos, trigo y subproductos, harina de pescado, polvillo, palmiste, aceite de pescado, maíz, cloruro de magnesio, hidrolizado de pescado, harina de calamar, lecitina, cloruro de sodio, fosfato mono cálcico, carbonato de calcio, bacteriostático, premix de aminoácidos, preservante antifúngico, vitamina C, antioxidante BHT, entre otros (Guacho, 2022).

Los alimentos deben tener ciertas características específicas en cuanto a tamaño y composición para la alimentación adecuada del camarón. Así, Achupallas (2000) citado en Carvajal *et al.* (2013), escribe estos requerimientos en la siguiente tabla:

**Tabla 2**

*Características del tamaño del alimento (pellet) y nutrición general en relación con el peso del camarón*

<b>Característica</b>	<b>Inicios I</b>	<b>Inicios II</b>	<b>Engorde</b>	<b>Acabado</b>
Peso camarón en gramos	0-0.35	0.35-4.00	4-18	18-23
Tamaños del pellet	Fino, medio y particulado	Pellets pequeños	Pellet medio	Pellet medio
Diámetro del pellet	0.5,1.0,2.0 mm	3/32 in	3/32 in	3/32 o 1/8 in
% proteínas	35	30-35	25-30	25-30
% lípidos	8	8	6	5
% fibra	3	3	3	3
% cenizas	7	7	7	7
% humedad	10	10	10	10
Energía bruta (Kcal/kg)	3500	3500	3200	2800

*Nota.* Recuperado de Ríos *et al.* (1985)

La tabla abajo muestra una lista de los requerimientos nutricionales requeridos por etapa de vida del camarón:

**Tabla 3**

*Requerimientos nutricionales recomendados para el camarón blanco (Litopenaeus vannamei)*

<b>Nutriente</b>	<b>Etapas de crecimiento</b>	<b>Requerimiento recomendado</b>
Proteína	Juvenil	35-40% de la dieta
	Adulto	30-35% de la dieta
Lípidos	Juvenil	5-7% de la dieta
	Adulto	5-7% de la dieta
Carbohidratos	Juvenil	% de la dieta
	Adulto	% de la dieta
Vitamina C	Todas las etapas	50-100 mg/kg de alimento
Vitamina E	Todas las etapas	25-50 mg/kg de alimento
Tiamina (Vitamina B1)	Todas las etapas	1-2 mg/kg de alimento
Riboflavina (Vitamina B2)	Todas las etapas	4-6 mg/kg de alimento
Ácido Fólico	Todas las etapas	1-2 mg/kg de alimento
Calcio	Juvenil	0.8-1.2% de la dieta
	Adulto	0.6-0.8% de la dieta
Fósforo	Juvenil	0.6-1% de la dieta
	Adulto	0.4-0.6% de la dieta
Magnesio	Todas las etapas	0.2-0.3% de la dieta
Potasio	Todas las etapas	0.5-1% de la dieta
Zinc	Todas las etapas	50-100 mg/kg de alimento

*Nota.* Recuperado de Ríos *et al.* (1985).

La alimentación puede representar hasta el 60% del costo de la producción en el camarón, y las mejores tasas de crecimiento se observan cuando la relación entre proteína y

energía es de 127mg a 180mg y de 259 y 349 Kcal por cada 100 gramos de alimento (Galindo *et al.*, 2023).

Achupallas (2000), citado en Carvajal *et al.* (2013) resaltan la importancia de la alimentación para los procesos de crecimiento del camarón, indican que el 48% del alimento ingerido por el camarón se usa para generar y mantener la energía metabólica, esto es necesario para el proceso de cambio del exoesqueleto o bien durante la muda. El proceso de muda en el camarón no es uniforme, en este proceso absorbe abundante agua y con ella diversos nutrientes y posiblemente patógenos, acumulan en su glándula digestiva lípidos y proteínas que son útiles para la conformación de su nuevo exoesqueleto (Carvajal *et al.*, 2013).

Para los cambios en los camarones durante la muda, los camarones requieren energía, los lípidos son una fuente importante de energía metabólica, así como las grasas y aceites (Carvajal *et al.*, 2013). Los aminoácidos (AA) necesarios en la alimentación del camarón son: treonina, valina, leucina, isoleucina, metionina, triptófano, lisina, histidina, arginina, fenilalanina, y son necesarios para los crustáceos y peces debido a que contribuyen al aprovechamiento energético de los alimentos (FAO, 1988).

### **Inmuno-estimulantes**

Los inmuno-estimulantes son también conocidos como moduladores inmunológicos, y provocan la actividad de células y moléculas en el sistema inmune de los camarones, son sustancias o compuestos que fortalecen o estimulan el sistema inmunológico de los camarones, aumentando su capacidad para combatir enfermedades, patógenos y estrés. Estos inmuno-estimulantes se administran a los camarones mediante dieta, agua de cultivo o inyección. González *et al.* (2013) indican que los inmunoestimulantes microbianos pueden aumentar la resistencia a patógenos.

Los efectos que puede producir la ingestión de inmuno-estimulantes se reflejan en la producción de células defensoras o el desarrollo de anticuerpos, los cuales pueden ser producidos o derivados de la alimentación con extractos de plantas, algas, hongos, etc. Este

proceso se lleva a cabo a través del tracto digestivo del camarón, donde uno de los órganos más importantes para este crustáceo es la hepatopáncreas que es donde se lleva a cabo el proceso digestivo inicial en el camarón, por tanto, asimila los alimentos, absorbe y distribuye los nutrientes y almacena la energía (que como se describió anteriormente) es de gran importancia para el proceso de muda del exoesqueleto.

Se han realizado estudios en los que se sostiene que la alimentación con inmunoestimulantes podría afectar la modulación inmunológica en los camarones. Un ejemplo de ello es Valenzuela (2013), en su estudio sobre el efecto de la modulación inmunológica en la supervivencia del cultivo de camarón (*Litopenaeus vannamei*), implemento distintos tratamientos con inmunomodulador por kilogramo de alimento balanceado a distintas dosis (2g, 4g y 6g), y concluyó que no existe diferencia significativa ( $p=0.05$ ) entre las piscinas con tratamientos aplicados y las de control (Valenzuela, 2013).

Las algas y microalgas (fitoplancton), son consideradas un alimento acuícola alternativo, debido a que contienen todos los aminoácidos esenciales como la taurina, pigmentos y lípidos (Henry, 2023). Son organismos microscópicos que son alimento para las larvas de camarón, las más utilizadas en su alimentación son del filo Bacillariophyta a las cuales pertenecen las diatomeas como *Thalassiosira* sp, *Chaetoceros* sp, *Skeletonema* sp, *Nitzchia* sp, *Phaeodactylum* sp mismas que muestran un buen desempeño en cultivos de camarón, debido a sus contenidos nutricionales y funcionan como un amplificador de pH. Otras algas como la uva de mar *Caulerpa lentillifera* tiene un alto valor nutricional además de tener la capacidad de descontaminar los efluentes de la acuicultura mejorando la calidad del agua (Gutiérrez *et al.*, 2016).

Las principales características de las microalgas es que son organismos autótrofos fotosintéticos, poseen clorofila y poseen un aparato fotosintético, las microalgas pueden ser multi o pluricelulares y se pueden caracterizar en bentónicas o planctónicas, pueden ser de habito flagelado o habito filamentoso (Editorial Grudemi, 2021). Su estructura es simple, por lo

que se puede indicar que son talofitas, y taxonómicamente se pueden clasificar en *Chlorophyta* o *clorofitas*, *Phaeophyta* o *feófitas* y *Rhodophyta* o *rodófitas* (Gutiérrez *et al.*, 2016).

Las algas marinas también se han estudiado desde el punto de vista de sus propiedades nutricionales, Gutiérrez *et al.* (2016) en su estudio sobre algas marinas como fuente de bioactivos beneficiosos para la salud humana, han demostrado que las algas *Grateloupia turuturu*, *Ulva clathrata*, *Ulva lactuca* y *Laminaria saccharina*, *Laminaria saccharina*, *Laminaria sp.*, *Durvillaea antártica*, *Gracilaria chilensis*, *Macrocystis pyrifera*, *Bryothamnion triquetrum*, *Halimeda opuntia*, *Sargassum ssp*, *Dictyota sp.*, *Laurencia sp.*, *Cystoseira barbata*, *Codium bursa*, *Alaria esculenta* son fuente (en diferentes proporciones) de diversos compuestos beneficiosos como proteínas, ficoloides, vitaminas, minerales y compuestos antioxidantes, además de aminoácidos y de ácidos grasos como el  $\omega$ -3 (omega 3) y cuentan con propiedades antioxidantes antiinflamatorias, anticancerígenas y antidiabéticas, lo que da luces para su uso en diversos ámbitos como el desarrollo de alimentos funcionales o la farmacéutica (Gutiérrez *et al.*, 2016).

Los inmuno-estimulantes de algas marinas pueden ayudar con la respuesta inmune, un ejemplo de esta propiedad se desarrolla en un estudio realizado por Pérez *et al.*, (2002).

sobre el efecto *in vitro* de la espirulina (*Arthrospira platensis*), se concluye que esta influye en el proceso de activación de los linfocitos humanos (que son parte del sistema inmune). Así mismo en este mismo estudio se menciona que los polisacáridos de la espirulina aumentaban la resistencia a enfermedades en aves, peces y ratones. En otro estudio sobre el efecto del alga uva de mar (*Caulerpa lentillifera*) en la calidad del agua, crecimiento y supervivencia del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en un sistema de policultivo, se concluyó que esta mejora significativamente la supervivencia del camarón blanco (73.3% a 78.5%) (Ly *et al.*, 2021).

Según do Nascimento *et al.* (2017) en su estudio sobre aditivos alimentarios para camarones, se menciona que las macroalgas tienen actividad antimicrobiana y pueden actuar



como inmunoestimulantes para camarones, esto debido a que las algas son fuente de probióticos, los cuales mejoran la digestión y a la asimilación de nutrientes. Alimentar a animales acuáticos con probióticos, mejora la flora bacteriana intestinal, lo que inhibe patógenos como vibrio, *Pseudomonas*, *Aeromonas* o *Plesiomonas*, y estimula el sistema inmunológico al poseer liposacáridos, peptidoglucanos y  $\beta$ -glucanos, los cuales activan el sistema inmune. Por ejemplo, las bacterias probióticas *L. plantarum*, puede modular el sistema inmune del camarón *L. vannamei* ante el ataque de *V. alginolyticus* y *V. harveyi* (do Nascimento *et al.*, 2017).

A nivel de inmunidad, las macroalgas dietéticas en la alimentación de camarones *L. vannamei*, modificaron el microbiota intestinal, aumentando de la abundancia relativa de bacteroidetes, *Firmicutes* y *Bacillaceae*, y disminuyeron las de gamma proteobacteria y *Vibrionaceae*. Por tanto, podrían ser ingredientes con una función similar al de los prebióticos, previniendo daño oxidativo intestinal en los camarones, ya sea en condiciones normales de crianza o desafíos por el virus de mancha blanca, resultando *G. lemaneiformis* la macroalga más adecuada, seguida por *U. pinnatifida* y *P. haitanensis*, como ingrediente alimentario para *L. vannamei* (Niu *et al.*, 2019).

## **Diatomeas**

Las diatomeas son un grupo de microalgas unicelulares que viven en una variedad de ambientes acuáticos y son importantes para la transferencia de energía y su estructura y composición ayudan con la evaluación de la calidad de agua en sistemas acuáticos (Yaguana y Cartuche, 2022)

Las diatomeas contienen componentes orgánicos e inorgánicos en su composición química. La sílice, que forma la frústula y da rigidez a la estructura celular, es el componente inorgánico más importante. Además, las diatomeas contienen lípidos, proteínas, carbohidratos, pigmentos fotosintéticos como la clorofila y los carotenoides, y otros metabolitos secundarios.

Se utiliza en estanques piscícolas para retener bacterias y microorganismos.

Algunas diatomeas pueden existir como colonias como la *Fragillaria*, *Meridion*, *Tabellaria*, *Asterionella*, se conoce que existen alrededor de 200 géneros de diatomeas, la mayoría pelágicas (que viven en aguas libres) pero otras son bentónicas (están sobre el fondo marino), viven en todos los océanos incluso en regiones polares. Según Kennish (2019) la mayoría de las especies planctónicas son disponibles para la alimentación en acuicultura, se eligen según la disponibilidad de nutrientes como sus ácidos grasos, los cuales están relacionados con el crecimiento de los animales a criar (Álvarez y Castro, 2013)

Álvarez y Castro (2013), evidenciaron una elevada sobrevivencia de camarones *Penaeus Vannamei* alimentados con microalgas con glucosa al 2% hasta los 15 días, posteriormente la sobrevivencia se vió afectada, esto debido a tiempo de crío preservación de las algas diatomeas (Álvarez y Castro, 2013).

A nivel de rendimiento, investigadores de la maestría en Ciencias Aplicadas de la Universidad Politécnica de Sinaloa determinó que un tipo de diatomea llamada diatomita, mejora el rendimiento del cultivo de camarón *Penaeus vannamei*, después de siete semanas de alimentación con diatomita (10 g m<sup>-3</sup>) por semana mostró un aumento significativo en la GP (ganancia de peso) de 9.83 g. y la TCE (Tasa de crecimiento específico) de 4.25% d<sup>-1</sup> (Martínez *et al.*, 2020).

### **SOD (Súper óxido dismutasa)**

Cuando un organismo logra ingresar al interior de un organismo, este reacciona protegiéndolo mediante la fagocitosis, que es un proceso donde se producen oxidantes bactericidas, entre las sustancias protectoras generadas se encuentra el superóxido dismutasa (Campa *et al.*, 2005).

La super oxido dismutasa es una enzima antioxidante que se encuentra en las células expuestas al oxígeno y cataliza la dismutación del super óxido en oxígeno y peróxido de hidrógeno, el superóxido se forma como resultado de la reacción metabólica aeróbica en organismos que son aerotolerantes (García *et al.*, 1995).

Según la SOD protege a las células de la oxidación, y es un indicador del estrés oxidativo en organismos marinos, en el caso de los camarones Muñoz *et al.* (2000) mencionan que la SOD cumple un rol inmuno-modulatorio, esto quiere decir que ante bacterias como *Vibrio vulnificus* y *V. parahaemolyticus*, puede generar antígenos microbianos (Campa *et al.*, 2005).

Campa *et al.* (2005) en su estudio sobre la respuesta inmunomoduladora de superóxido dismutasa concluye que la respuesta antioxidante aumentó en camarones juveniles y adultos expuestos a  $\beta$ -glucanos (un tipo de polisacárido presente en algas, hongos, avena, cebada y otros cereales), mostraron una actividad antioxidante más intensa ante la exposición a bacterias. Los aumentos en la SOD indican que el organismo está respondiendo al estrés oxidativo, un nivel alto de SOD se puede interpretar como beneficioso, debido a que es un indicador de su respuesta protectora a patógenos.

### **Vibriosis en el Ecuador**

La vibriosis es una infección causada por bacterias vibrio que pertenece a la familia *Vibrionaceae*, que comprende seis géneros: *Aliivibrio*, *Enterovibrio*, *Grimontia*, *Photobacterium*, *Salinivibrio* y *Vibrio*, este último con 123 especies identificadas. El vibrio degrada la materia orgánica en ambientes marinos y algunas especies de vibrio son patógenos oportunistas que pueden causar infecciones en humanos y animales marinos, como *Vibrio cholerae*, *V. vulnificus* y *V. parahaemolyticus*, los cuales pueden provocar gastroenteritis, infecciones de heridas y septicemia (Ina *et al.*, 2019).

Otros tipos de vibrio como *V. alginolyticus*, *V. anguillarum*, *V. campbellii*, *V. carchariae*, *V. damsella*, *V. fischeri*, *V. harveyi*, *V. logei*, *V. mediterranii*, *V. nigripulchritudo*, *V. ordalii*, *V. orientalis*, *V. pelagicus*, *V. penaeicida* y *V. splendidus* también son reportados como patógenos causantes de enfermedad y su distribución geográfica está en Sudamérica, Centro América, Japón e Indo-Pacífico. En el caso de los camarones, esta enfermedad probablemente se contagie por contaminación de los huevos y nauplios (estadio larval inicial de los crustáceos)

con heces de sus progenitores con las bacterias en el desove y la eclosión, afectando principalmente a los camarones *L. vannamei*, *P. monodon* y *P. japonicus*. Se transmite de forma vertical en las etapas larvales y de engorde (Cuéllar, 2013).

En el caso de los camarones en la etapa larval puede ser provocada por *V. parahaemolyticus*. Estas bacterias colonizan el aparato digestivo, iniciando por el tubo digestivo, llegan al intestino medio y a la hepatopáncreas causando septicemia, en la etapa de engorda la vibriosis se caracteriza por la presencia de nódulos hemocíticos melanizados localizados en la hepatopáncreas (Gomez *et al.*, 2015)

Según Gomez *et al.* (2015) los tipos de vibriosis que afectan al camarón *P. Vannamei* son el *V. Cambellii*, *V. alginolyticus*, y el *V. parahaemolyticus* (Gomez *et al.*, 2015).

La vibriosis se puede diagnosticar de forma presuntiva, en la etapa larval mediante observación de los camarones, pues presentan melanización, muda pegada, músculo abdominal opaco, coloración rojiza, en la etapa de engorde, se puede observar letargia, nado errático, nado hacia las orillas, estanque, exoesqueleto perforado, abdomen opaco, apéndices rojos y melanización de la cutícula.

De forma confirmatoria, el diagnóstico se pueden realizar mediante observaciones en microscopio, de las larvas y post larvas, en las imágenes se deberían mostrar bolitas blancas y células necróticas, también se pueden realizar pruebas de bacteriología donde *L. vannamei* enfermos con vibriosis muestran conteos de 10<sup>3</sup> UFC/ml en hemolinfa y 10<sup>5</sup> UFC/g en hepatopáncreas. También es posible realizar un estudio de histología donde, camarones con vibriosis muestran inflamación en nódulos hemocíticos, lesiones perforantes, atrofia de los túbulos de la hepatopáncreas, nódulos melanizados en la hepatopáncreas y colonias visibles de bacterias (Cuéllar, 2013).

Diferentes enfermedades son causadas por la vibriosis:

**Tabla 4***Enfermedades provocadas en camarones por la vibriosis*

<b>Especies</b>	<b>Reacción TCBS (Verde-G o Amarillo-Y)</b>	<b>Enfermedad/Comentarios</b>
<i>V. alginolyticus</i>	Y	Síndrome de zoea, necrosis hepatopancreática séptica (criadero y engorde), enfermedad de la cáscara.
<i>V. anguillarum</i>	Y	Enfermedad de la cáscara (juveniles y adultos).
<i>V. harveyi</i>	Y	Vibriosis luminiscente (huevos y larvas), síndrome de mortalidad temprana (EMS) o necrosis hepatopancreática aguda (AHPND) (larvas, juveniles y engorde).
<i>V. parahaemolyticus</i>	BG, G (hay cepas Y - raras) *	Síndrome de mortalidad temprana (Necrosis hepatopancreática aguda) (larvas, juveniles y engorde), síndrome de zoea, necrosis séptica (criadero y engorde), enfermedad de la cáscara.
<i>V. vulnificus</i>	G (hay cepas Y)	Necrosis séptica (criadero y engorde), enfermedad de la cáscara.
<i>V. splendidus</i>	Y/G	Enfermedad de la cáscara, vibriosis luminiscente (huevos y larvas).
<i>V. fluviales</i>	Y	Enfermedad de la cáscara
<i>V. campbellii</i>	Y	Síndrome de zoea, necrosis séptica (criadero y engorde), síndrome de mortalidad temprana (necrosis hepatopancreática aguda) (larvas, juveniles y engorde).
<i>V. mimicus</i>	G	Síndrome de zoea, necrosis séptica (criadero y engorde), enfermedad de la cáscara. Muy similar a <i>V. cholerae</i> .
<i>V. owensii</i>	G	Síndrome de mortalidad temprana (necrosis hepatopancreática aguda) (larvas, juveniles y engorde), Síndrome de zoea, necrosis séptica (criadero y engorde).
<i>V. orientalis</i>	Y	Vibriosis luminiscente (huevos y larvas), también conocida como <i>V. bivalvicida</i> .

<b>Especies</b>	<b>Reacción TCBS (Verde-G o Amarillo-Y)</b>	<b>Enfermedad/Comentarios</b>
<i>V. mediterranei</i>	Y	Vibriosis luminiscente (huevos y larvas).
<i>V. logei</i>	Y	Vibriosis luminiscente (huevos y larvas).
<i>V. penaeicida</i>	*	Síndrome de verano en el engorde.
<i>V. nigripulchritudo</i>	*	Síndrome de verano en el engorde.

*Nota.* Recuperado de Newman (2022)

Ecuador al igual que Perú son grandes exportadores de camarón, pero las grandes producciones de este crustáceo conllevan el desarrollo de enfermedades que muchas veces pueden significar grandes pérdidas. Según Aguirre *et al.* (2021), a pesar de que la vibriosis ha causado grandes daños en países del norte de Ecuador, en Sudamérica no ha tenido fuertes repercusiones, pero se sabe que distintos tipos de vibrios afectan el cultivo de camarones, lo que impacta en la reducción de la producción (Aguirre *et al.*, 2021).

Ortiz (2022), muestra que el vibrio afecta a diversas especies acuáticas, y se han identificado además una variedad de especies de vibrio como *V. parahaemolyticus* y *V. cholerae*, las cuales pueden causar enfermedades intestinales y ser mortales en dosis altas (Ortiz, 2022).

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA

#### Ubicación del área de investigación

La investigación se llevó a cabo en el Archipiélago de Jambelí, ubicado en el cantón Santa Rosa, provincia de el Oro. Específicamente, se enfocó en el predio rústico conocido como "Laquila", el cual está delimitado por los siguientes linderos: al norte, el Estero Bravo, y al sur, el Estero Chivería. Este predio es propiedad de la compañía Agrimingold S.A. Se encuentra en las coordenadas 323998 de Latitud y -80.0419 de Longitud.

Según lo menciona el (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Jambelí [ GAD], 2018) en su plan de desarrollo y ordenamiento territorial de Jambelí, el área donde se encuentra el predio está a 7 m.s.n.m. en una topografía tipo llanura, presenta un bioclima desértico con 500 mm de precipitación media anual y temperaturas promedio entre los 24°C y 26°C. Las condiciones marinas de la zona se caracterizan por ser de convergencia entre aguas subtropicales y tropicales (aguas frías y cálidas).

#### Figura 3

*Piscina experimental ubicada en camaronera Laquila*



*Nota.* El gráfico representa la piscina experimental ubicada en camaronera Laquila.

## Descripción de la investigación

La investigación se llevó a cabo desde el 7 de febrero al 25 de marzo del 2023, con una duración en campo de 43 días hasta que los camarones de prueba alcanzaron los 6 gramos. Se evaluó el efecto de dos tipos de algas Phycovax® (PVX y WT) a tres concentraciones (3, 4 y 5 %), incluidas en el alimento balanceado de la línea Aquaxcel® de Cargill, considerando pellets con un diámetro inicial de 0.4mm hasta el pellet de engorde con un diámetro de 2mm. Cabe destacar que se incluyó un grupo control del alimento balanceado sin el complemento algal, como se detalla en la tabla N° 5.

**Tabla 5**

### *Tratamientos empleados*

<b>Tratamiento</b>	<b>Nomenclatura</b>	<b>Descripción</b>	<b>Diámetro (mm)</b>
T0	C	Alimento balanceado	0.4;0.8; 1.2; 2.0
T1	T1D1	Alimento balanceado +PVX al 3%	
T2	T1D2	Alimento balanceado +PVX al 4%	
T3	T1D3	Alimento balanceado +PVX al 5%	
T4	T2D1	Alimento balanceado +WT al 3%	
T5	T2D1	Alimento balanceado +WT al 4%	
T6	T2D1	Alimento balanceado +WT al 5%	

*Nota.* Autoría propia

La prueba experimental se llevó a cabo en una piscina de 0,4 ha, donde se instalaron 28 unidades experimentales. Cada una de estas unidades consistía en jaulas de madera de 1 m<sup>2</sup> de superficie y 1,5 m de altura, revestidas con malla roja por dentro y malla verde por fuera. En la base de cada jaula se instalaron pilares de 30 cm que servían como puntos de fijación en suelo.

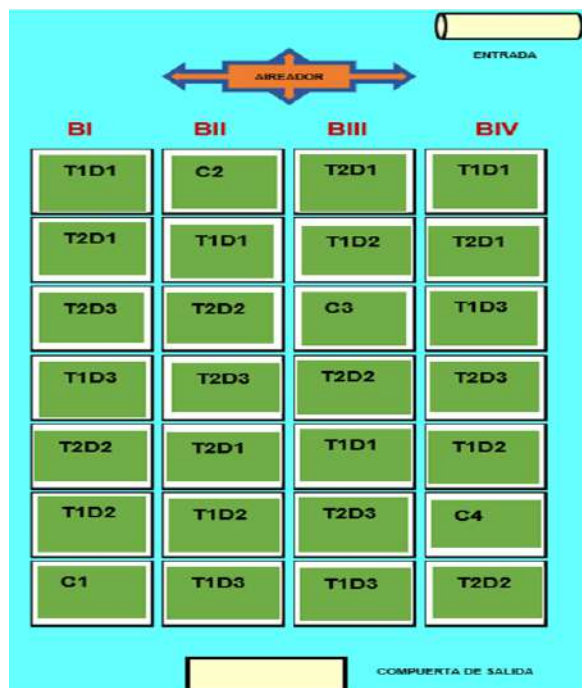
Se utilizaron 28 comederos (una para cada jaula), de 20 cm cada una utilizando manguera, toldo y piola. Estos comederos fueron diseñados y ensamblados meticulosamente



para proporcionar un medio de alimentación adecuado. Además, cada unidad experimental fue rotulada adecuadamente con material reciclado.

### Figura 4

*Distribución de los tratamientos*



*Nota. Autoría propia*

### Figura 5

*Elaboración de comederos*



*Nota. Autoría propia*

## Figura 6

*Elaboración de bolsos para las jaulas experimentales*



*Nota. Autoría propia*

## Figura 7

*Elaboración de rótulos con material reciclado*



*Nota. Autoría propia*

### ***Procedimiento para el análisis microbiológico del agua y suelo***

En este procedimiento técnico se llevó a cabo la recolección de muestras de agua y suelo de las jaulas de camarones para su análisis microbiológico. Las muestras se recolectaron por tratamiento, de manera aleatoria con la ayuda de un muestreador de agua y se transfirieron

a frascos esterilizados. En laboratorio, se extrajo 100  $\mu\text{L}$  de cada muestra y se diluyó en una solución salina de 900  $\mu\text{L}$ . Para facilitar el crecimiento de microorganismos se realizaron 3 diluciones ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ) basadas en pruebas previas, que demostraron que a una dilución de  $10^{-3}$  facilita el conteo de colonias de *Vibrio* spp. Luego, se sembró la muestra diluida en cajas de cultivo y se incubó durante 24 horas a 39°C. El mismo proceso se aplicó para las muestras de suelo, a diferencia que se obtuvieron utilizando un sacabocados, y las diluciones se realizaron con 10 g de suelo en 90 ml de solución salina.

### ***Procedimiento para la toma de parámetros físicos y químicos del agua***

Los procedimientos de medición de los parámetros físicos y químicos se llevaron a cabo con precisión en el lugar de estudio. Los parámetros físicos, incluyendo la concentración de oxígeno disuelto y la temperatura, así como la salinidad, pH y turbidez, fueron evaluados *in situ* utilizando instrumental especializado. Se emplearon un oxímetro para la medición de oxígeno, un refractómetro para la salinidad, un pH metro digital para el pH y un disco de Secchi para estimar la turbidez del agua.

Por otro lado, el seguimiento de los parámetros químicos del agua se realizó en laboratorio. Para evaluar alcalinidad, compuestos nitrogenados, fósforo, magnesio y calcio, se aplicaron métodos específicos utilizando kits adecuados diseñados para su análisis con el fotómetro YSI 9500. Esta metodología permitió una medición precisa y detallada de los componentes químicos del agua, brindando una comprensión integral de las condiciones en el entorno acuático bajo investigación.

### ***Lavado y preparación de piscina***

El proceso de lavado y preparación de la piscina comenzó con el vaciado completo de la misma. Una vez vaciada, se llevó a cabo la limpieza minuciosa de las compuertas para eliminar moluscos y suciedad acumulada. Se aplicó barbasco, un producto a base de una variedad de plantas que actúa como repelente natural para eliminar larvas de peces, anfibios y moluscos.

Después de la aplicación del barbasco, se realizó el sellado de compuerta de salida con cebo, cal y tabloncillos de madera, asegurando así que no existan filtraciones durante el llenado de la piscina. Una vez sellada la piscina, se dejó secar el suelo por tres días, garantizando que estuviera completamente libre de humedad. Posterior a esto se aplicó 300 g de Ponzayme, producto remediador del suelo compuesto por una mezcla de enzimas (proteasas, amilasas, celulasas, xilanasas) y mezcla de bacterias probióticas (*Bacillus* sp, *Enterococcus* sp, *Pediococcus* sp. *Thiobacillus* sp, *Paracoccus* sp). Para restaurar el equilibrio biológico y eliminar residuos químicos del suelo. Finalmente, se colocaron las jaulas y se llenó la piscina, para luego fertilizarla con Minersil que contiene altos niveles de meta silicato de sodio y premezcla de minerales (fosfato monocálcico, zeolita, antioxidante (ácido cítrico, fosfato monosódico) + carbonato de calcio, óxido de hierro rojo, sulfato de zinc, selenito sódico, sulfato de cobalto, sulfato de cobre, carbonato de magnesio) que aportan nutrientes y favorecen el normal crecimiento, producción y estabilidad del plancton.

### **Figura 8**

*Colocación de malla verde en cuadro de compuerta de salida*



*Nota. Autoría propia*

## Figura 9

*Aplicación de barbasco*



*Nota. Autoría propia*

## Figura 10

*Colocación de jaulas en piscina*



*Nota. Autoría propia*

### **Preparación de dietas balanceadas y tratamientos**

Se utilizaron tres concentraciones diferentes de conglomerados de algas: PVX y WT, mismos que fueron incluidos por cada kilogramo de alimento balanceado. Se utilizó la línea Aquaxcel® de Carguill, con diferentes tamaños de pellet, dependiendo de la etapa fisiológica del camarón. Para incorporar las algas Phycovax® (PVX y WT) al balanceado, se utilizó el aglutinante Pegalasa y de esta manera garantizar la hidroestabilidad del pellet y evitar la lixiviación de nutrientes en el agua.

Se realizó el cálculo de la ración con el uso de la tabla de alimentación para cada tipo de alga durante 7 semanas de cultivo, por lo que se utilizó 3987g de balanceado comercial y 478,51g de cada tipo de alga. La frecuencia de alimentación fue de 6 veces al día, desde las 8 a.m. hasta las 8 p.m., con intervalos de dos horas entre cada ración. Cabe mencionar que se mantuvo una aireación constante para que el estanque se mantenga a saturación oxígeno (100 %) y los procesos metabólicos se desarrollen con normalidad.

**Tabla 6**

*Cantidad de balanceado comercial y alga Phycovax®*

<b>N°de camarones por jaula</b>	<b>N° Semana</b>	<b>Alim. /gr</b>	<b>R</b>	<b>Total, AA Tratamiento</b>	<b>3,00%</b>	<b>4,00%</b>	<b>5,00%</b>
200	1	76,3	4	305,2	9,156	12,208	15,26
180	2	141,6	4	566,4	16,992	22,656	28,32
170	3	154,3	4	617,2	18,516	24,688	30,86
160	4	173,1	4	692,4	20,772	27,696	34,62
155	5	168,9	4	675,6	20,268	27,024	33,78
150	6	185,8	4	743,2	22,296	29,728	37,16
150	7	96,9	4	387,6	11,628	15,504	19,38
				3987,6	119,628	159,504	199,38

*Nota.* Autoría propia

**Figura 11**

*Preparación de alimento*



*Nota. Autoría propia*

**Figura 12**

*Tratamientos preparados*



*Nota. Autoría propia*

## Figura 13

### *Pesaje de tratamientos*



*Nota.* Autoría propia

### **Siembra de larvas**

Se procedió a la adquisición de postlarvas en estadio PL12 de la especie de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, obtenidas del laboratorio Labaquicola Naupliulab S.A. El proceso de recolección implicó la disminución de los niveles de agua en los tanques y el registro meticuloso de los parámetros ambientales, específicamente una temperatura de 29°C y una salinidad de 30 ppt. Estos valores se sometieron a una comparación rigurosa con los estándares correspondientes en la instalación camaronera de destino. A partir de las muestras recolectadas, se llevó a cabo una selección minuciosa de 200 larvas altamente vitales. Estas larvas seleccionadas fueron luego transferidas a 28 bolsas de alta densidad que estaban equipadas con sistemas de suministro de oxígeno, asegurando un entorno adecuado durante el proceso de transporte.

Una vez que las postlarvas llegaron a su destino, se procedió a realizar mediciones precisas de salinidad, pH y temperatura en cada contenedor de cría. Esto se llevó a cabo con el



objetivo primordial de asegurar que los parámetros ambientales coincidieran de manera precisa con aquellos presentes en el laboratorio de origen, así como con las condiciones de la piscina de prueba. Este enfoque contribuyó a establecer y mantener condiciones ambientales estables, evitando alteraciones bruscas que pudiesen causar estrés a los organismos en cuestión.

La técnica empleada para la introducción de las larvas en las unidades experimentales implicó la colocación de cada bolsa cerrada en las 28 jaulas dispuestas en la piscina de prueba. Luego, de manera gradual, se procedió a abrir las bolsas una por una, permitiendo un lento ingreso de agua procedente de la piscina. Esta metodología propició un desplazamiento gradual y controlado de las larvas desde las bolsas hacia el interior de las unidades experimentales, las cuales consistían en jaulas de madera designadas como unidades experimentales. Cada una de estas unidades recibió la incorporación de 200 larvas. En total, cada tratamiento estuvo compuesto por 800 larvas, y se aplicaron 6 tratamientos distintos además de un grupo de control.

#### **Figura 14**

*Cosecha de larva*



*Nota.* Autoría propia

## Figura 15

*Conteo y transporte de larva*



*Nota. Autoría propia*

## Figura 16

*Siembra de larva*



*Nota. Autoría propia*

### ***Manejo y control sanitario del estanque experimental***

Se llevó a cabo un tratamiento sanitario para el cultivo de camarones que incluyó un recambio superficial de agua cada tres días, junto con el uso de diferentes productos. Se utilizó una combinación de 300 g de Ponzayme® cada 15 días, 10 kg de carbonato de calcio cada tres días (ajustados según la alcalinidad) y 4 kg de Minersil como fertilizante cada 4 días

(ajustados según la turbidez del agua). El propósito de esta combinación fue promover la salud y el crecimiento óptimo de los camarones.

El Ponzayme® actuó como un catalizador biológico para degradar los residuos orgánicos y mejorar la calidad del agua. Contribuyó al control de nutrientes y prevención de compuestos tóxicos, creando condiciones favorables para el desarrollo sostenible de los camarones al eliminar materia orgánica no deseada.

El carbonato de calcio se usó para mantener un pH adecuado en el agua, creando un entorno óptimo para la salud y el crecimiento de los camarones. Mantener un pH equilibrado aseguró condiciones estables y favorables para los camarones cultivados.

La adición controlada de fertilizante fue esencial para el manejo nutricional. Se adaptó a las necesidades específicas considerando los intercambios de fondo y la turbidez del agua. Esta estrategia proporcionó nutrientes esenciales en la cantidad adecuada, evitando excesos y carencias, para un desarrollo saludable y productivo de los camarones cultivados.

### **Figura 17**

*Aplicación de ponzyme*



*Nota. Autoría propia*

## Figura 18

*Preparación de placas para patología*



*Nota. Autoría propia*

## Figura 19

*Observación de placas en el microscopio*



*Nota. Autoría propia*

## ***Técnicas de laboratorio***

Los procedimientos ejecutados en el laboratorio tuvieron como propósito principal la realización de una serie de etapas clave para la obtención de resultados de la evolución de la salud de los camarones puestos a prueba y de esta forma interpretar si el alga incorporada a la

alimentación comercial tiene efectos en su sistema inmune y sobrevivencia.

### ***Preparación de medios de cultivo para vibrios***

Se utilizó el medio de cultivo vibrio Chromo Select Agar. Para preparar el agar, se añadieron 1000 ml de agua destilada en un matraz de vidrio, el cual fue calentado gradualmente hasta llegar a unos 90°C. Durante el calentamiento, se pesaron cuidadosamente 67,5 g de agar en polvo en una balanza de precisión, manteniendo una agitación constante para evitar la formación de grumos.

Después de incorporar el agar, se detuvo el calentamiento y se permitió que el agar se enfriara a unos 50-55°C. Mientras tanto, se prepararon las cajas petri asegurando que estén cerca de mecheros para evitar contaminación.

Cuando el agar alcanzó la temperatura adecuada, se vertió uniformemente en las cajas petri, evitando la formación de burbujas de aire. Se prestó especial atención para asegurar una distribución uniforme en todas las cajas.

### **Figura 20**

*Preparación de agar*



*Nota.* Autoría propia

Finalmente, se dejó que el agar se solidificara naturalmente a temperatura ambiente, creando una superficie sólida y estable en las cajas petri. Con este proceso completado, el medio de agar estuvo listo para ser utilizado en el laboratorio.

### ***Bacteriología de hepatopáncreas***

Se llevó a cabo un muestreo por jaula, capturando 20 camarones en el primer muestreo y 10 en los siguientes, con ayuda de un chayo y fueron transferidos a un recipiente con agua de la piscina, reservados para su posterior análisis.

Para realizar bacteriología de la hepatopáncreas se realizó una desinfección con alcohol al 70% y agua destilada. A continuación, se realizaron diluciones seriadas en tres tubos eppendorf por jaula, cada uno etiquetado con su dilución correspondiente ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ). Cada tubo contenía 0.9 ml de solución salina al 0.9%, facilitando el conteo de colonias.

Se extrajo una porción de hepatopáncreas del camarón, ajustada a 0.1 gramos, y se transfirió al tubo eppendorf  $10^{-1}$ . La muestra se homogeneizó en la solución salina mediante golpes, realizando 20 movimientos para lograr la dilución 1:10, repitiendo el proceso hasta llegar a la dilución  $10^{-3}$ .

La dilución  $10^{-3}$  se sembró en cajas petri, asegurando una distribución homogénea con un asa drigalsky. Las cajas petri se incubaron en una estufa casera a 35-37°C durante 18-24 horas para permitir el crecimiento específico de *Vibrio sp.* La incubación controlada en la estufa casera favoreció el desarrollo y multiplicación bacteriana, procedimiento que se supervisó continuamente para la verificación de crecimiento de colonias y su identificación a través de los cambios de color entre las diferentes especies de *Vibrio sp.*

### **Patología en fresco**

Se utilizaron los mismos camarones de bacteriología previo montaje del hepatopáncreas, branquias e intestino en un portaobjetos y el uso de un microscopio compuesto. Los órganos fueron observados en el microscopio y se les dió una valoración cualitativa de grado de severidad de la infección, acorde a la Tabla 7.

**Tabla 7**

*Valor cualitativo del grado de severidad a la deformación tubular en hepatopáncreas*

<b>Grado de severidad</b>	<b>Signos clínicos</b>
0	No presentan signos de infección. No presentan deformación tubular ni rugosidad. Organismo sano.
1	Presencia muy baja de deformación tubular. Se observa muy poco desprendimiento celular. Fase (0), infección.
2	Se observa la presencia moderada de deformación tubular, atrofia, melanización y necrosis tubular. Se presenta mortalidad si no se aplica tratamiento. Fase (I), inicial.
3	Se observa presencia alta de deformación tubular con lesiones de moderadas a severas, con melanización, necrosis, desprendimiento celular y atrofia tubular. Letal si no se aplica tratamiento. Fase (II), aguda.
4	Se observa gran cantidad de túbulos deformes con severas lesiones con melanización, necrosis, atrofia tubular y túbulos vacíos. Presencia de hemocitos alrededor de túbulos atrofiados, melanizados y necróticos. Fase (III), grave.

*Nota.* Recuperado de Cuéllar (2013)

### **Figura 21**

*Siembra de muestras para bacteriología*



*Nota.* Autoría propia

### **Observación y conteo de colonias**

Una vez finalizada la incubación de las cajas petri sembradas, se procedió a realizar el conteo de las unidades formadoras de colonias (UFC) que habían crecido en cada caja. Con ayuda un contador de colonias se realizó el conteo e identificación de la especie de *Vibrios* spp. según la coloración de sus colonias. Se encontraron tres tipos coloración de colonias *V. parahaemolyticus* (turquesa), y *V. vulnificus*(lila) y *V. alginolyticus*(crema).

Posteriormente, se llevó a cabo el cálculo de la concentración de UFC en la muestra. Para esto, se tuvo en cuenta el número de colonias contadas y el factor de dilución utilizado durante el proceso de siembra. Finalmente, se procedió a interpretar los resultados obtenidos. Esto implicó comparar la concentración de UFC encontrada en la tabla 8.

### **Figura 22**

*Observación de colonias*



*Nota. Autoría propia*



**Tabla 8**

*Concentración de bacterias (UFC) por ml por g*

<b>Muestra</b>	<b>Normal</b>	<b>Factor de riesgo</b>	<b>Grave</b>	<b>Gravísimo</b>
Hemolinfa	≤101	102	103	>104
Hepatopáncreas	≤103	104	105	>105
Intestinos	≤103	104	105	>105
Larvas	≤103	104	105	>105
Suelo	≤103	104	105	>105
Agua	≤103	104	105	>105

*Nota.* Autoría propia

**Figura 23**

*Conteo de colonias*



*Nota.* Autoría propia

***Fijación de muestras para histología***

Se realizó una incisión en la cutícula del camarón con una jeringuilla de 1 ml. Esto permitió el acceso al interior del camarón para inyectar la solución de davidson (33% etanol, 22% formaldehído, 11,5% ácido acético glacial y 33,5% de agua), utilizada para preservar los tejidos de los camarones, manteniendo su estructura y forma al momento de la muerte. Esta

solución se inyectó en los camarones vivos o moribundos, no después de su muerte. Su propósito fue desnaturalizar los componentes protéicos de las células.

La inyección se llevó a cabo en la hepatopáncreas, alrededor del cefalotórax y en la región abdominal, tanto anterior como posterior. La cantidad inyectada de davidson fue equivalente al 10% del peso del camarón y se realizó en múltiples puntos hasta que el color del hepatopáncreas cambiara a color naranja.

Para la identificación de los tratamientos, se etiquetaron los tubos de ensayo de plástico y se añadieron 3 cm de solución de davidson. Luego, con cuidado, se separó la hepatopáncreas y se sumergió en la solución de davidson colocada en los tubos. La muestra se mantuvo en la solución durante 24 horas, permitiendo que la fijación se completara y asegurando su preservación adecuada.

Después de este período, la muestra se transfirió a tubos con 3cm de alcohol etílico para su almacenamiento a largo plazo.

#### **Figura 24**

*Fijación de la hepatopáncreas de camarón con fijador davidson*



*Nota. Autoría propia*

### ***Extracción de hemolinfa***

Se procedió a la extracción de hemolinfa a partir de tres camarones vivos por jaula, empleando una técnica precisa. Para ello, se utilizó una jeringuilla de 1 ml, previamente cargada con 300  $\mu$ l de heparina sódica que actuó como anticoagulante. Esta jeringuilla se introdujo con destreza en el seno hemolinfático ventral, situado en la unión entre el cefalotórax y el abdomen del camarón. La punción resultante permitió obtener una muestra de hemolinfa que osciló entre 100 y 300  $\mu$ l por organismo.

Una vez recogida la hemolinfa, el contenido total de la jeringuilla, que comprendía tanto la solución anticoagulante como la hemolinfa extraída, se transfirió cuidadosamente a tubos Eppendorf™ de 2.0 ml. Cada uno de estos tubos fue meticulosamente etiquetado con la información esencial para identificar la muestra, detallando el origen de la hemolinfa y el número del organismo respectivo. Las muestras así obtenidas se mantuvieron a una temperatura de 4 °C para asegurar su preservación adecuada.

### **Figura 25**

*Extracción de hemolinfa*



*Nota. Autoría propia*

### ***Súper óxido dismutasa (SOD)***

En el proceso de ensayo de SOD, se llevaron a cabo los siguientes pasos. En primer lugar, se prepararon y añadieron estándares de SOD o muestras de ensayo, utilizando 50  $\mu\text{L}$  de cada muestra. Luego, se agregaron 25  $\mu\text{L}$  de solución de trabajo SOD1 y 25  $\mu\text{L}$  de solución de trabajo 2 de SOD. Una vez que todos los componentes estuvieron presentes, la mezcla se incubó a temperatura ambiente durante un periodo de 2 horas. Durante la incubación, se controló la absorbancia a 440 nm para monitorear la reacción y determinar la actividad de la SOD en cada muestra. Este control de la absorbancia permitió obtener datos precisos sobre la cantidad de SOD presente en las muestras de hemolinfa lo cual fue crucial para el análisis y la interpretación de los resultados.

### **Figura 26**

*Preparación de anticoagulante*



*Nota. Autoría propia*

### **Diseño experimental**

Se evaluó el impacto de las algas Phycovax PWX192 y WT a tres concentraciones diferentes sobre la supervivencia y otras variables inmunológicas. El diseño experimental utilizado fue un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) bifactorial 2x3, que constó de

6 tratamientos diferentes y un grupo control, con 4 repeticiones.

### **Análisis estadístico de varianzas entre grupos (ANOVA)**

Para las relaciones entre grupos se empleó un análisis estadístico ANOVA, con la finalidad de evaluar la significancia de las diferencias observadas en la supervivencia entre los tratamientos, a un nivel de confianza del 95%.

El análisis ANOVA, trata de identificar que tan diferentes son los comportamientos de diversos grupos de variables dependientes sobre una variable dependiente. Se comparan las medias de la variable dependiente asociadas a los distintos niveles del factor de las variables independientes. En este caso se comparan los valores de UFC de *Vibrio* sp., % de sobrevivencia, % de Inhibición de SOD, grado de severidad del hepatopáncreas, intestino y branquias, y el SOD para cada tratamiento

Se realizó una prueba de Tukey a un nivel de confianza del 95% en caso de determinar diferencias significativas entre los tratamientos. Se aplicó el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + QI + AJ + BK + AB_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = sobrevivencia

$\mu$  = media global

$QI$  = efecto del tipo de alga en la supervivencia de camarón

$A_J$  = efecto de la concentración del alga en la sobrevivencia del camarón

$AB_{jk}$  = interacción entre el tipo de alga y su concentración en la sobrevivencia de camarón

$\epsilon_{ijk}$  = error experimental

### **Evaluación de variables**

#### **Parámetros fisicoquímicos del agua**

Se midieron diariamente los parámetros de temperatura y oxígeno en la piscina, en las zonas media y de salida a las 7:00 horas y 19:00 horas. Para el análisis se realizó el cálculo de

los promedios, varianza, desviación estándar, y mediante una gráfica del valor promedio por fecha de muestreo se observó el patrón de comportamiento en el tiempo.

El pH, salinidad, alcalinidad y amonio se evaluaron los días de los muestreos.

### ***Parámetros microbiológicos***

Se realizó el control del número de colonias de 3 tipos de *vibrio* (*V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus* y *V. vulnificus*) presentes en el agua, en el suelo y en la hepatopáncreas de los camarones, las mediciones se realizaron los días de muestreo (cada 14 días).

Se tomaron en cuenta los valores promedio como indicadores generales, sin embargo, también se realizó el cálculo de los valores máximos y la desviación estándar, finalmente mediante una gráfica del valor promedio por fecha de muestreo, se observó el patrón de comportamiento en el tiempo.

### ***Parámetros sanitarios***

**Estrés oxidativo.** En el estudio, se sometió a los camarones de prueba a un ambiente de estrés mediante su colocación en jaulas cubiertas por malla, donde se limitó el flujo de agua y se mantuvo una densidad de 200 camarones por metro cuadrado. La actividad se mide a través del porcentaje de inhibición de la SOD, la cual se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de inhibición} = (\text{Control OD} - \text{muestra OD}) / \text{Control OD} \times 100$$

El porcentaje de inhibición de la SOD es una medida que indica la capacidad de una sustancia o muestra para reducir la actividad de la SOD para su cálculo se realiza la comparación de la actividad de la SOD en una muestra en particular con la actividad de la SOD en un control. Un porcentaje de inhibición más alto indica un mayor efecto en la reducción de la actividad de la SOD, por tanto, una capacidad antioxidante más fuerte. Al contrario, un porcentaje de inhibición más bajo sugiere que la muestra tuvo menos impacto en la actividad de la SOD.

**Supervivencia.** La tasa de supervivencia se determinó al alcanzar el tiempo estimado hasta que los camarones en estudio alcancen un peso de 6 gramos unidad, para así determinar la cantidad de individuos que sobrevivieron.

$$\% \text{ Supervivencia} = \frac{\text{animales vivos}}{\text{animales sembrados}} * 100$$

**Concentración de vibrios en la hepatopáncreas.** Se realizó un análisis de bacteriología de la hepatopáncreas para determinar la carga de vibrio UFC /g presente en los camarones muestreados. Esto permitió obtener información sobre la presencia de esta bacteria y su posible relación con la vibriosis.

## CAPITULO IV

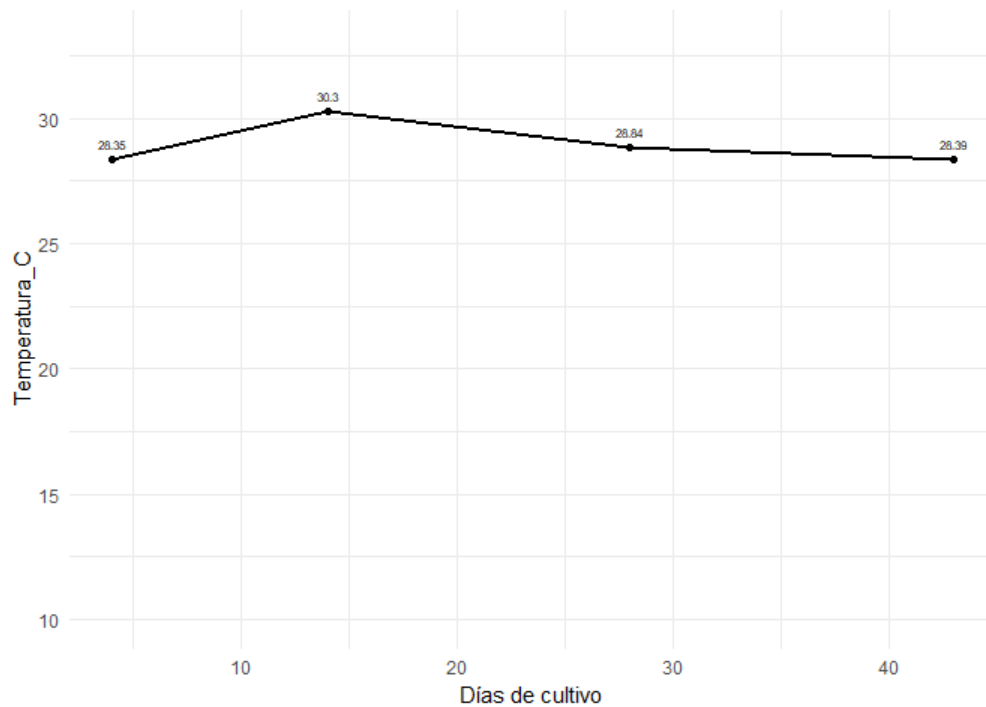
### RESULTADOS

#### Parámetros fisicoquímicos del agua

La temperatura promedio fue de  $29^{\circ}\text{C} \pm 1.34$  en la mañana y  $31^{\circ}\text{C} \pm 1.22$ .

**Figura 27**

*Temperatura promedio en °C registrada en la piscina de cultivo*



*Nota.* Autoría propia en base a registros de laboratorio

En cuanto al nivel de oxígeno, se registró un promedio de  $4.67 \pm 1.06$  mg/L en la mañana y en la noche un promedio de  $8.46 \pm 2.12$  mg/L. Hay que resaltar que la variación de oxígeno en las noches fue mayor.



**Figura 28**

*Promedio de oxígeno registrado en la piscina de cultivo de camarones*

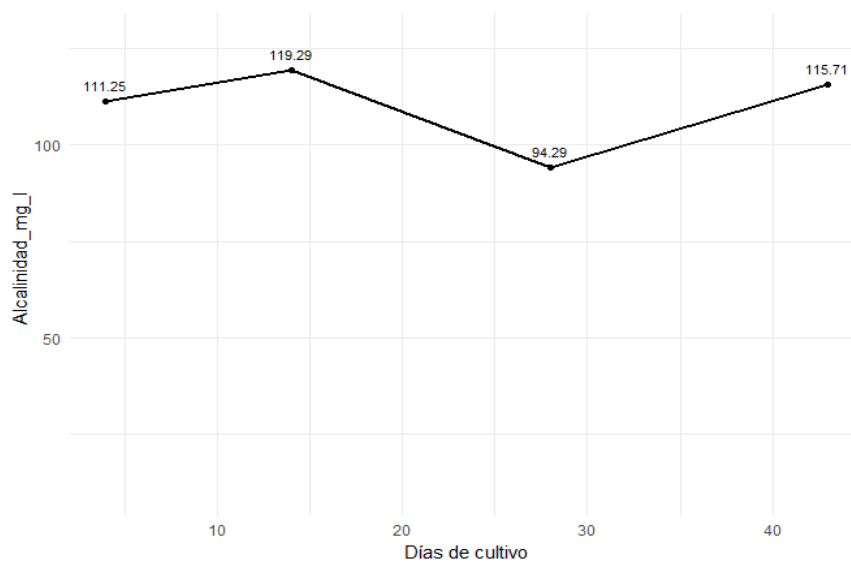


*Nota.* Autoría propia en base a registros de laboratorio

La alcalinidad promedio tuvo una media de 109 mg/L, al inicio del cultivo se presentó un ascenso, a los 28 días de cultivo tuvo un descenso y finalmente se registró nuevamente un ascenso. Sin embargo, los valores siempre fueron próximos a la media con una desviación estándar de 11.

**Figura 29**

*Alcalinidad promedio por días de cultivo*

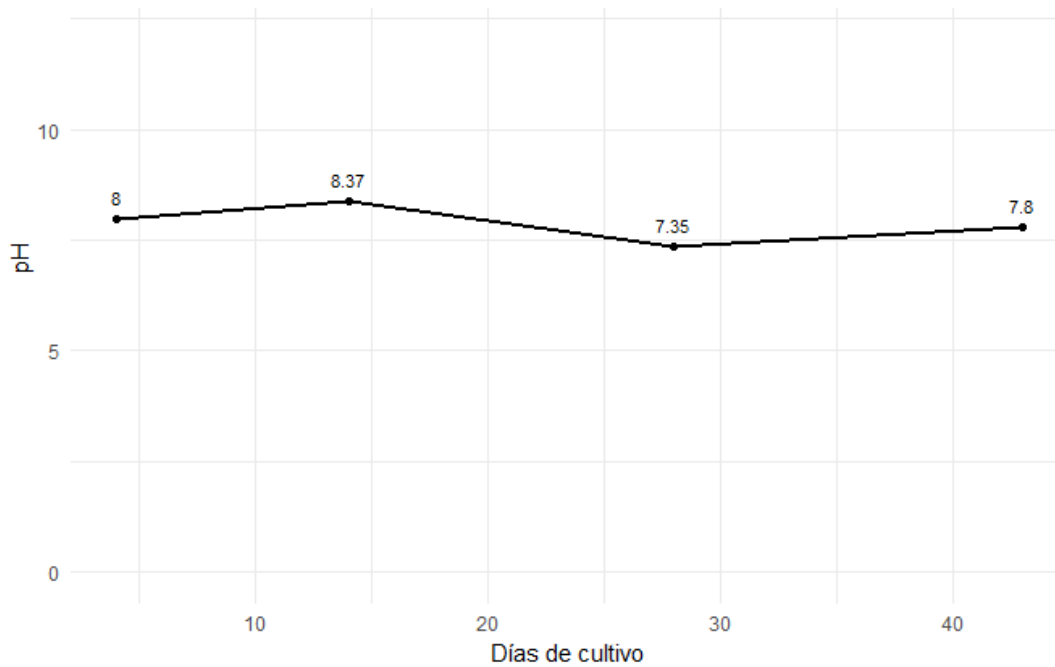


*Nota.* Autoría propia en base a registros de laboratorio

En cuanto al pH el valor promedio fue de 7.87. Al inicio del tratamiento se registró una elevación del pH llegando a 8.37 (14 días iniciales), posteriormente se registró un descenso a los 28 días de cultivo y finalmente se registró nuevamente un ligero ascenso. Los valores siempre se mantuvieron próximos a la media con una desviación estándar de 0.42.

### Figura 30

*pH promedio por días de cultivo*

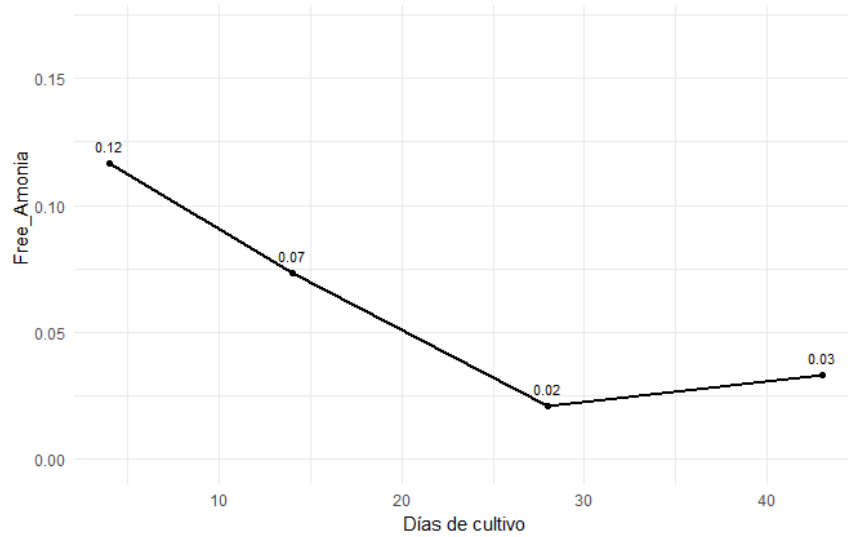


*Nota.* Autoría propia en base a registros de laboratorio

En cuanto al amonio libre tuvo un comportamiento diferente al resto de los parámetros, iniciando con un promedio alto y descendiendo con el pasar de los días de cultivo. Al día 28 se registró un ligero ascenso. La media general para el amonio libre registrada fue de  $0.049 \pm 0.04$ , por lo que las variaciones no fueron significativas en el tiempo.

### Figura 31

*Amonio libre por días de cultivo*

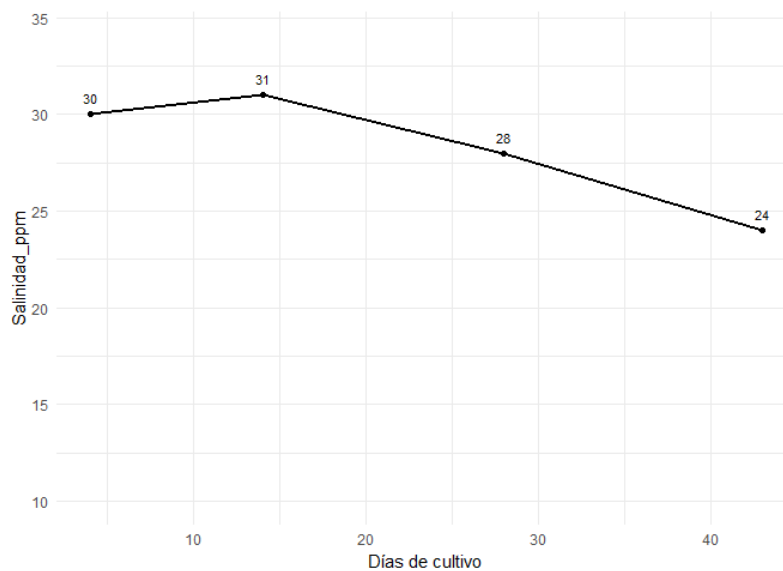


*Nota.* Autoría propia en base a registros de laboratorio

En cuanto a la salinidad registrada en ppt, en todo el tiempo de cultivo se registró una media de  $28.1 \pm 3$  ppt, inició con valores relativamente elevados y fue bajando conforme pasó el tiempo.

### Figura 32

*Salinidad en ppt por días de cultivo*



*Nota.* Autoría propia en base a registros de laboratorio

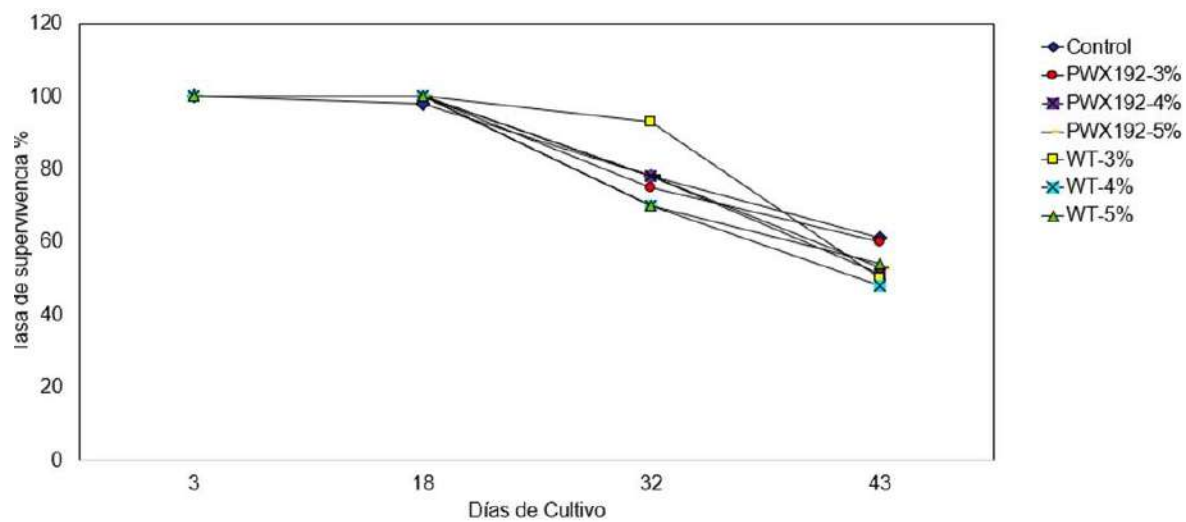
## Parámetros sanitarios

### Supervivencia

Se realizó el cálculo de la media de los valores de supervivencia registrados durante los 43 días de cultivo. Se evidencia altos porcentajes de supervivencia los primeros días con una reducción progresiva en el tiempo.

**Figura 33**

*Media de supervivencia en porcentaje por tratamiento y días de cultivo*



*Nota.* Autoría propia

**Tabla 9**

*Promedio y desviación estándar de la supervivencia por tipo de tratamiento*

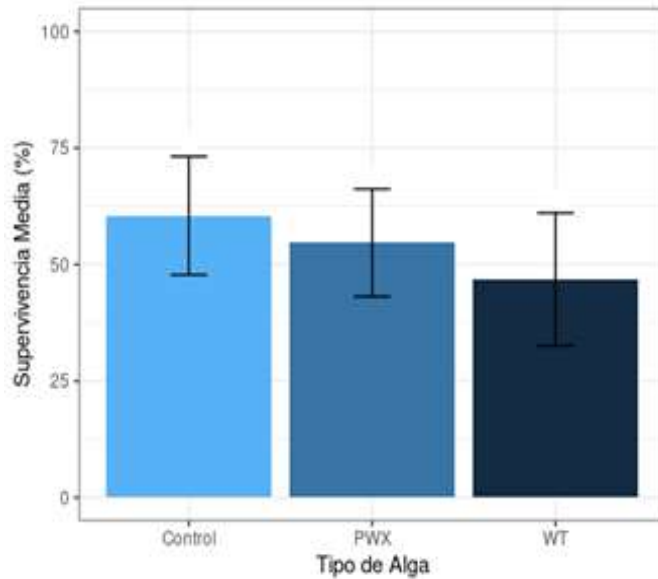
Tratamiento	Promedio	Desviación estándar
C	60,5	± 12,70
PWX 3%	60	± 12,56
PWX 4%	50,83	± 3,83
PWX 5%	53,18	± 15,98
WT3%	49,68	± 8,98
WT 4%	47,68	± 21,82
WT5%	43,15	± 12,59

*Nota.* Autoría propia en base a registros de laboratorio

Posterior al análisis ANOVA, el porcentaje de supervivencia resultó en valores de  $F=0,09$  y  $P=0.99$ , lo que significa que no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos.

**Figura 34**

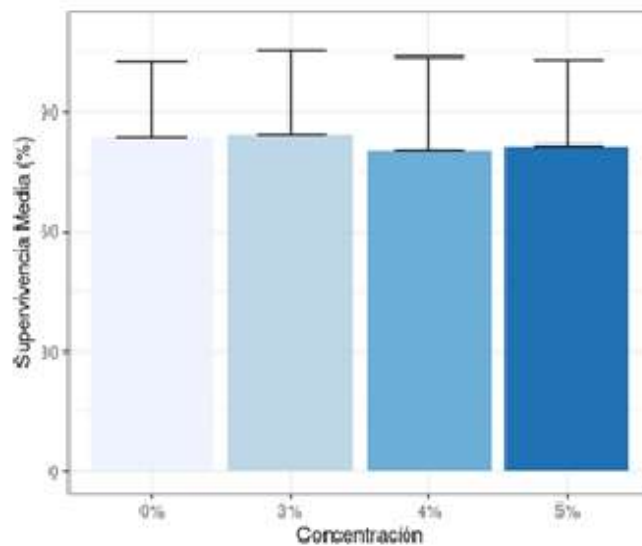
*Promedio de supervivencia por tipo de alga*



*Nota. Autoría propia en base a registros de laboratorio*

**Figura 35**

*Sobrevivencia media por concentración*



*Nota. Autoría propia*

Por tanto, se puede decir que independientemente el tipo de alga o la aplicación de ninguna alga, no afecta a la supervivencia.

## **Análisis de patología en fresco**

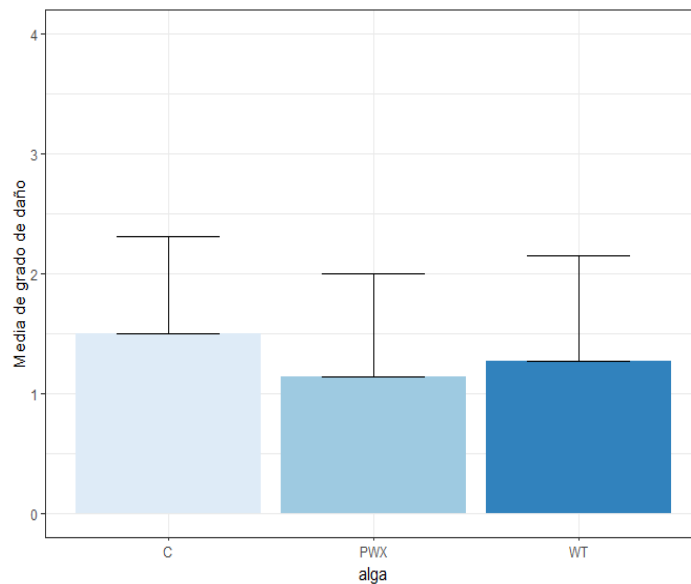
### ***Hepatopáncreas***

En la hepatopáncreas se realizó el conteo de túbulos dañados y en base a este dato se determinó el grado de severidad y daño (Tabla 7).

Como se puede observar en la tabla 10, el tratamiento control (C), presenta un grado de daño mayor en la hepatopáncreas en relación al resto de tratamientos. Por el contrario, las dietas con algas PWX y WT presentan un grado de daño menor. El tratamiento PWX es el tratamiento que muestra mejores resultados en promedio.

### **Figura 36**

*Daño de la hepatopáncreas por tratamiento*

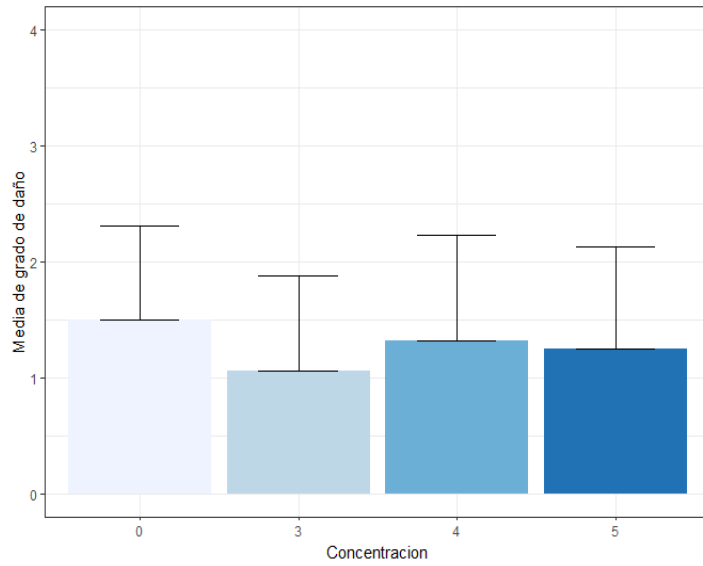


*Nota.* Autoría propia en base a registros de laboratorio

En lo que respecta al daño del hepatopáncreas por concentración, el PWX y WT al 3% presentan los mejores resultados comparativamente al control.

### Figura 37

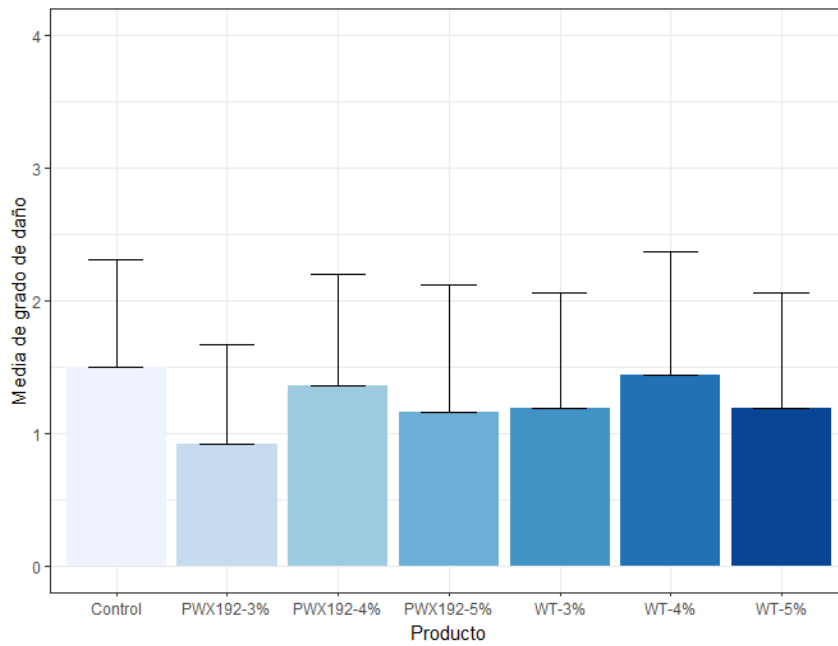
Media de grado de daño de la hepatopáncreas en tratamiento PWX y WT



Nota. Autoría propia en base a datos de laboratorio

### Figura 38

Media de grado de daño a la hepatopáncreas por tratamiento



Nota. Autoría propia en base a datos de laboratorio

**Tabla 10**

*Media y desviación estándar de los tratamientos respecto al daño a la hepatopáncreas*

<b>N</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>SD</b>
1	Control	2	0,81
2	PWX192 3	1	0,76
3	PWX192 4	1	0,84
4	PWX192 5	1	0,96
5	WT 3	1	0,87
6	WT 4	1	0,93
7	WT 5	1	0,87

*Nota.* Autoría propia en base a datos de laboratorio

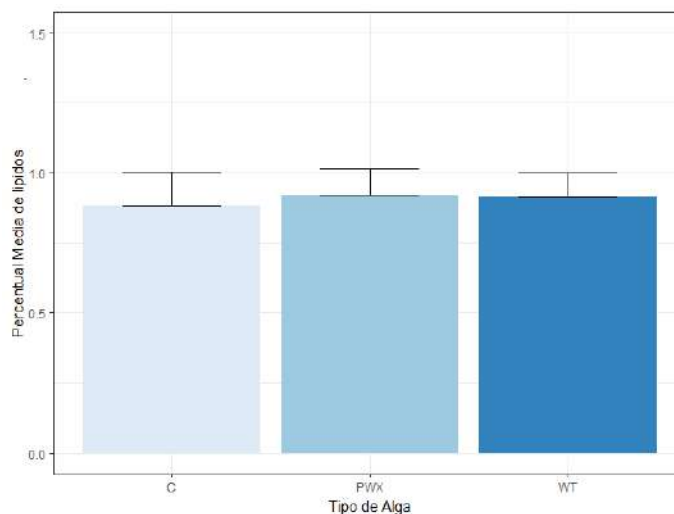
Finalmente, se determinó un p-valor=0.49, lo que indica que no hay diferencias estadísticas entre tratamientos en cuanto al daño de la hepatopáncreas.

### **Lípidos**

Realizando la comparación entre las medias de los resultados por tipo de tratamiento, se puede evidenciar que no existe diferencia significativa ( $p > 0,05$ ). Sin embargo, se puede notar una ligera superioridad entre los tratamientos PWX y WT respecto a control.

**Figura 39**

*Media de lípidos por tipo de tratamiento*



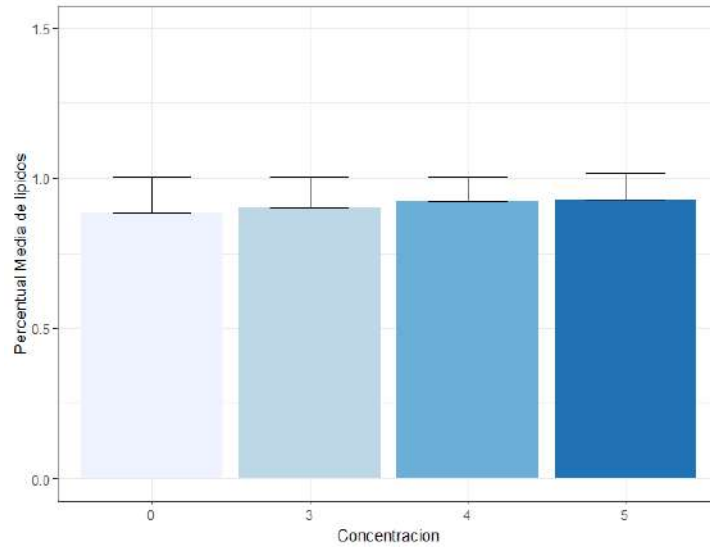
*Nota.* Autoría propia en base a datos de laboratorio.



En relación al nivel del factor (% concentración), se puede evidenciar que todos los tratamientos son similares ( $p>0,05$ ).

**Figura 40**

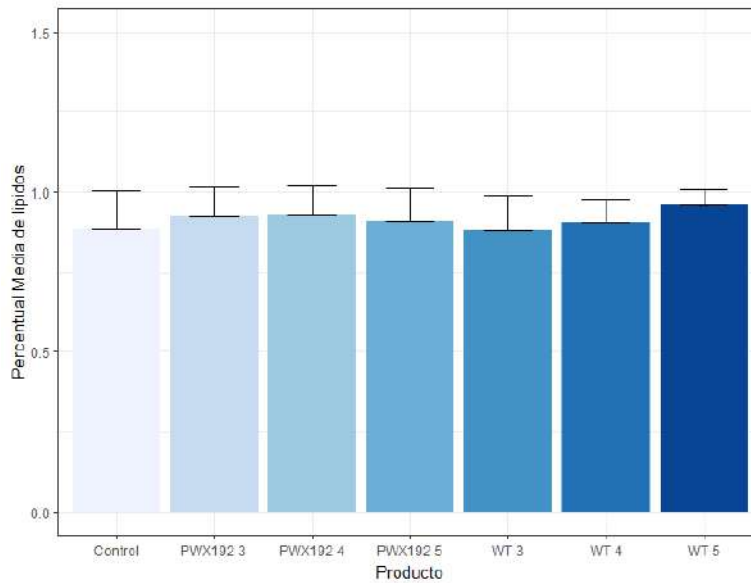
*Media de lípidos por concentración*



*Nota.* Autoría propia en base a datos de laboratorio.

**Figura 41**

*Porcentual media de lípidos por tratamiento.*



*Nota.* Autoría propia en base a datos de laboratorio.

**Tabla 11**

*Promedio y desviación estándar por tratamiento respecto a lípidos*

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio</b>	<b>SD</b>
C	0,89	0,12
PWX192 3%	0,92	0,09
PWX192 4%	0,93	0,09
PWX192 5%	0,91	0,11
WT 3%	0,88	0,11
WT 4%	0,90	0,07
WT 5%	0,96	0,05

*Nota.* Autoría propia en base a datos de laboratorio.

En cuanto a los tratamientos implementados, los resultados también muestran similitud, presentado en promedio resultados estadísticamente similares ( $p= 0,22$ ), sin embargo, se observa un mejor resultado para el tratamiento con el producto WT al 5%, en contraste al control y WT (3%).

### **Análisis bacteriológico**

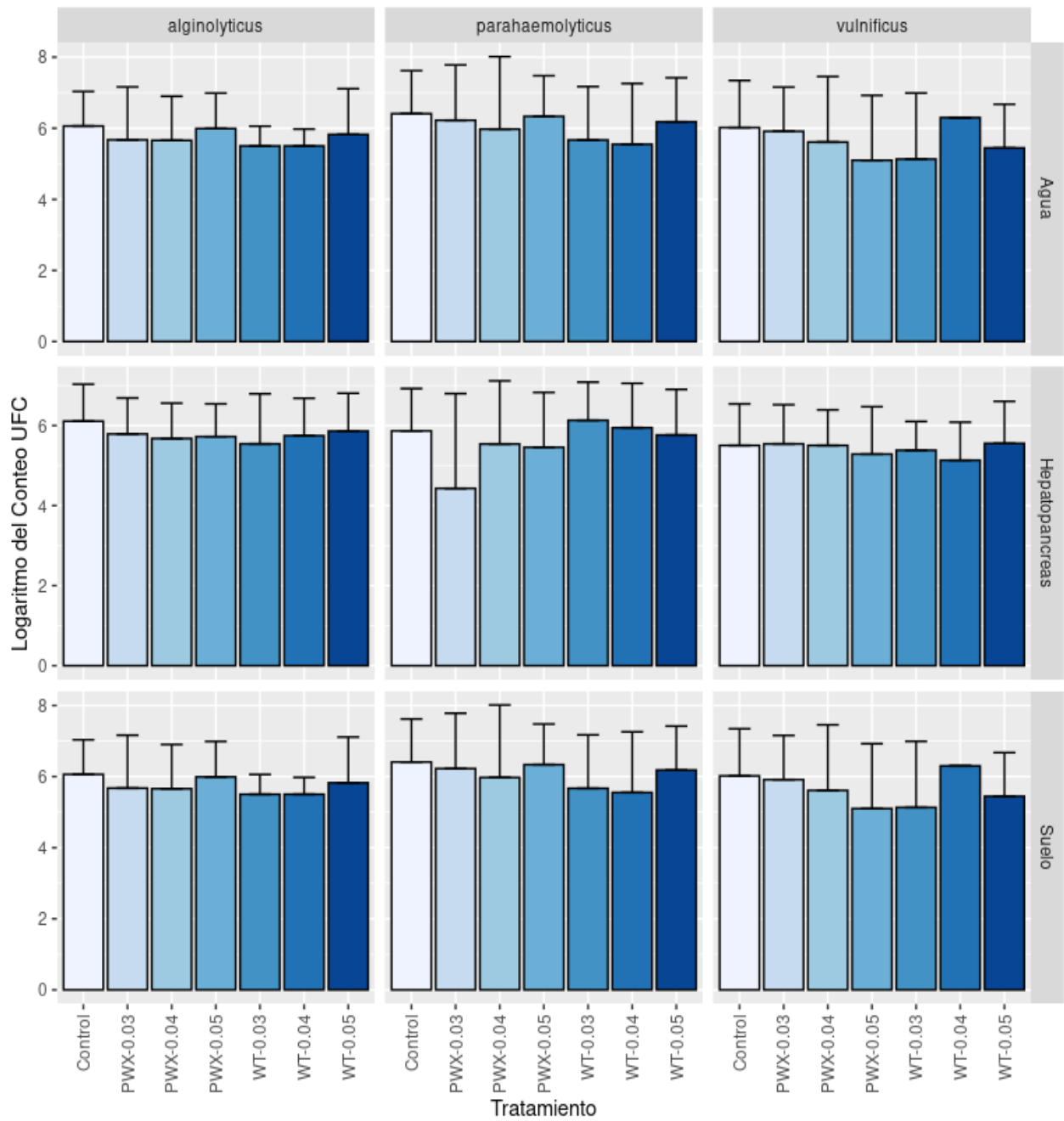
En cuanto a bacteriología, se analizaron las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) presentes en agua, suelo y hepatopáncreas. Se aplicó el Logaritmo en base 10, con la finalidad de facilitar la comparación de datos.

Los datos LOG UFC para *V. parahaemolyticus*, *V.alginolyticus* y *V. vulnificus* no presentaron diferencias significativas entre tratamientos ( $F=0.09$ ;  $P=0.99$ ); ( $F=0.26$ ;  $P=0.95$ ) y ( $F=0.14$ ;  $P=0,99$ ) respectivamente.

Para los tres entornos de estudio (agua, suelo y hepatopáncreas) se evidenciaron valores a partir de  $10^4$  UFC para *V. parahaemolyticus*, *V.alginolyticus* y *V. vulnificus*. Hasta el día 43 de cultivo, se obtuvieron valores de  $10^7$  UFC. En el caso del suelo se evidenciaron valores a partir de  $10^5$  UFC para *V. parahaemolyticus*, *V.alginolyticus* y *V. vulnificus*, hasta el día 43 de cultivo que se obtuvieron valores de  $10^6$  UFC.

**Figura 42**

*UFC por tipo de vibrio y tratamiento*



Nota. Elaboración propia en base a datos de laboratorio

Para *V. parahaemolyticus* se evidencia quePWX12 al 3% presenta mejores resultados, con un promedio de  $10^4$ UFC en hepatopáncreas.

**Tabla 12**

*Promedio y desviación estándar de V. parahaemolyticus por tratamiento en hepatopáncreas*

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio</b>	<b>SD</b>
Control	5,87	± 1,06
PWX192-3%	4,43	±2,37
PWX192-4%	5,54	±1,58
PWX192-5%	5,46	±1,37
WT-3%	6,13	±0,95
WT-4%	5,95	±1,11
WT-5%	5,77	±1,14

*Nota.* Autoría propia en base a datos de laboratorio

Para el caso de *V.alginolyticus*, se puede decir que todos los tratamientos presentan mejores resultados, a excepción del control, con valores menores a  $10^6$  UFC.

**Tabla 13**

*Promedio y desviación estándar de V. alginolyticus por tratamiento en hepatopáncreas*

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio</b>	<b>SD</b>
Control	6,11	± 0,92
PWX192-3%	4,37	±0,90
PWX192-4%	5,68	±0,88
PWX192-5%	5,46	±1,37
WT-3%	5,54	±1,25
WT-4%	5,75	±0,95
WT-5%	5,86	±0,95

*Nota.* Autoría propia en base a datos de laboratorio

Para *V. vulnificus*, se puede decir que PWX 192 al 3% con un promedio de  $10^4$ UFC.

Los resultados obtenidos con respecto a la bacteriología del agua, suelo y hepatopáncreas indica que durante 43 días de cultivo existieron cargas altas de vibrio y por encima de la norma. En hepatopáncreas es  $10^3$ , sin embargo a pesar de que no hubo

diferencias significativas entre tratamientos ( $p>0,05$ ), se puede destacar que el tratamiento que mantuvo la norma de concentración fue PWX 192-3%.

**Tabla 14**

*Promedio y desviación estándar de V. vulnificus por tratamiento en hepatopáncreas*

Tratamientos	Promedio	SD
Control	5,50	± 1,06
PWX192-3%	4,43	±1,04
PWX192-4%	5,54	±0,98
PWX192-5%	5,29	±1,19
WT-3%	5,38	±0,72
WT-4%	5,13	±0,95
WT-5%	5,55	±1,05

*Nota.* Autoría propia en base a datos de laboratorio

### **Análisis de SOD**

En cuando al SOD (Super Oxido Dismutasa), no se detectó efecto significativo en la interacción tipo de alga y concentración sobre la inhibición de SOD ( $F=0,94$ ;  $P=0,4073$ ), Sin embargo, se encontró un efecto significativo del tipo de alga ( $F=63,62$ ;  $P=0,0001$ ) y la concentración ( $F=5,86$ ;  $P=0,0095$ )

**Tabla 15**

*Promedio y desviación estándar del porcentaje de inhibición del SOD con respecto al tipo de alga*

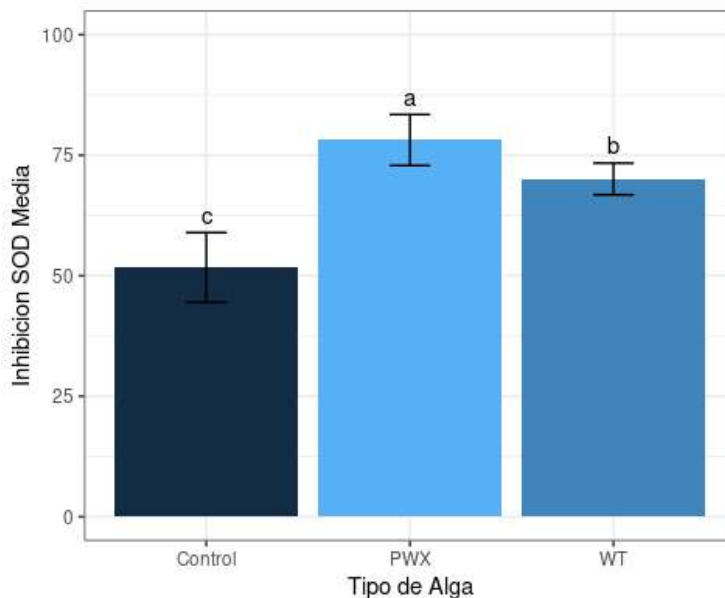
Tratamiento	Media	SD
PWX	78,17	± 5,29
WT	70,08	± 3,29
0	54,67	± 4,73

*Nota.* Autoría propia

Bajo esta condición se puede destacar que el mayor porcentaje de inhibición del SOD se obtuvo los tratamientos PWX al 3%, y el menor porcentaje de inhibición fue el control, lo que quiere decir que la SOD reacciona de forma dinámica en soluciones con tratamiento.

**Figura 43**

*Media del porcentaje de SOD por tipo de alga*



*Nota. Autoría propia*

**Tabla 16**

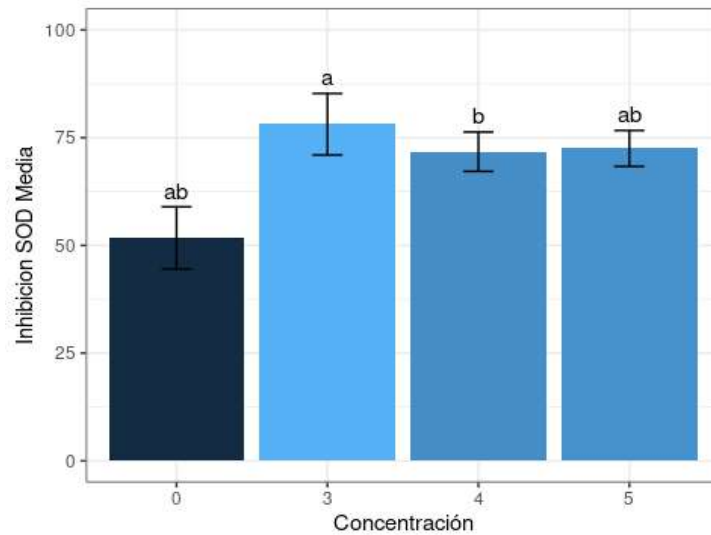
*Promedio y desviación estándar del porcentaje de inhibición del SOD con respecto a la concentración de alga*

Tratamiento	Media	Desviación estándar
3	78,13	± 7,14
5	72,50	± 4,17
4	71,75	± 4,56
0	51,71	± 6,99

*Nota. Autoría propia en base a datos de laboratorio*

## Figura 44

Media de SOD por concentración



Nota. Autoría propia en base a datos de laboratorio

## Tabla 17

Promedio y desviación estándar de porcentaje de inhibición de SOD

	Media	SD
C	58,75	± 6,99
PWX 3%	83,75	± 5,74
PWX 4%	72,50	± 1,29
PWX 5%	75,25	± 1,26
WT3%	68,25	± 3,77
WT 4%	75,5	± 2,38
WT5%	69,50	± 3,31

Nota. Autoría propia en base a datos de laboratorio


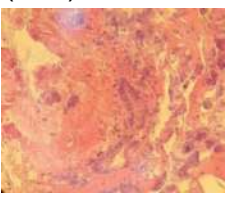
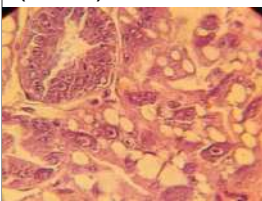
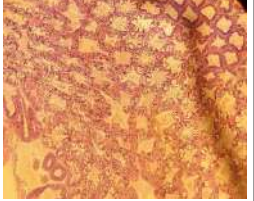
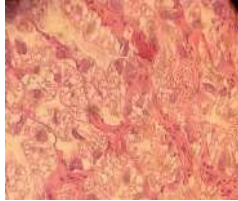
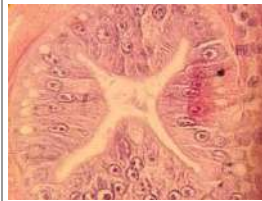
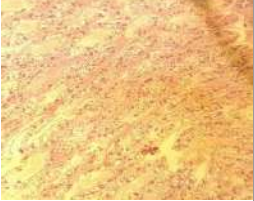
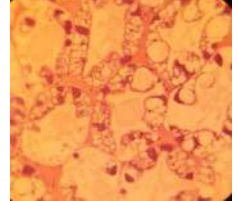
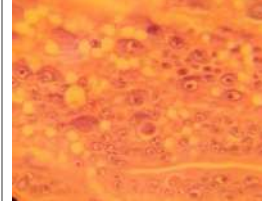

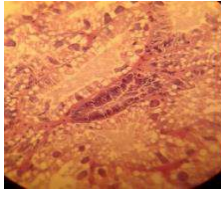
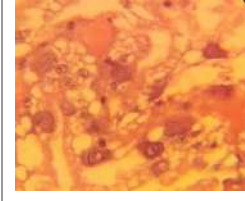
## Análisis histológico

Finalmente, se realizó un análisis histológico, se llevó a cabo una evaluación cualitativa de las muestras de hepatopáncreas. Para ellos se utilizó un análisis de imágenes que se analizaron en laboratorio.

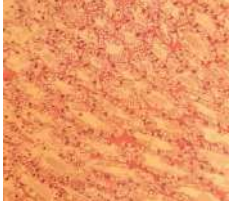
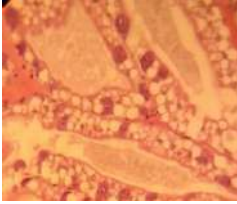
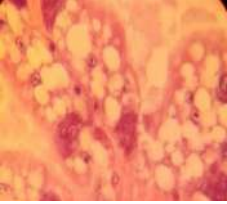

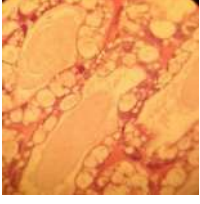

Se pudo observar la melanización del tejido, nódulos hemocíticos, deformación tubular, inclusiones basófilas, inflamación y desprendimiento celular en la mayoría de los tratamientos. Bajo esta condición, se identificó que el control presentó desprendimiento celular. El tratamiento PWT 3% no presentó una deformación tubular marcada en comparación al resto de tratamientos.

**Figura 45**

*Cortes histológicos del tejido de la hepatopáncreas de Litopenaeus vannamei bajo el efecto de dos tipos de algas phycovax a tres concentraciones*

PWX 3%(10X) 	(40X) 	(100X) 	Melanización con inclusiones basófilas y nódulos hemocíticos
PWX 4%(10X) 	(40X) 	(100X) 	Deformación de túbulos con lumen en forma de estrella y y nódulos hemocíticos con melanización
PWX 5%(10X) 	(40X) 	(100X) 	Melanización, deformación de túbulos, masiva cantidad de Inclusiones basófilas y nódulos hemocíticos, baja cantidad de reservas lipídicas
WT 3%(10X) 	(40X) 	(100X) 	Melanización con inclusiones masivas basófilas y nódulo hemocíticos



<p><b>WT 3%(10X)</b></p> 	<p><b>(40X)</b></p> 	<p><b>(100X)</b></p> 	<p>Melanización con reservas lipídicas e inflamación entre y dentro de los túbulos y nódulos hemocíticos</p>
<p><b>C(10X)</b></p> 	<p><b>40X</b></p> 	<p><b>100X</b></p> 	<p>Deformación de túbulos, inflamación entre y dentro de los túbulos con desprendimiento celular. Baja cantidad de reservas lipídicas</p>

*Nota.* Autoría propia en base a datos de laboratorio

## CAPITULO V

### DISCUSIÓN

#### Parámetros ambientales fisicoquímicos del agua

La condición ambiental en el cultivo de camarón en campo juega un rol fundamental en donde principalmente la temperatura y pH son parámetros críticos para la supervivencia de *L. Vannamei*, (Godínez *et al.*, 2011). En cuanto a pH, Godínez *et al.* (2011) recomienda un entorno neutro entre 7.5. a 8.5, y que fue similar al determinado en criadero con  $7.87 \pm 0.42$ . Esto se confirma por Paredes y Rodríguez (2020) que indica que un pH en un rango de 6-9 es lo adecuado para un mejor crecimiento del camarón (Paredes y Rodríguez, 2020).

En cuanto a la temperatura del agua, la literatura recomienda que la temperatura debe ser superior a los 23°C y menor a los 34°C (Godínez *et al.*, 2011). Estos rangos son más tolerantes en cuanto a temperatura inferior según la FAO, que recomienda una temperatura entre 20°C y 32° (FAO, 1988). En el caso del presente estudio, se registró un rango de temperatura entre 29°C a 31°C, rangos identificados como recomendables por Paredes y Rodríguez (2020), autores que mencionan que una temperatura inferior a los 23° C genera un impacto en el metabolismo de los camarones, mientras que si la temperatura es superior a los 32° el metabolismo se acelera, pero la disponibilidad de oxígeno se reduce (Paredes y Rodríguez, 2020).

En cuanto a oxígeno disuelto, se recomienda una concentración de 3mg/L Godínez *et al.* (2011) se especifica que concentraciones menores a 2 mg/L son peligrosas para la supervivencia del camarón (FAO, 1988). Las mediciones en laboratorio muestran una media de 4.67 mg/L. Según Paredes y Rodríguez (2020), una baja concentración de oxígeno reduce el consumo de alimento balanceado en camarones, y fomenta el desarrollo de enfermedades. Identifican como rangos normales de concentración entre 4 y 9 mg/L (Paredes y Rodríguez, 2020). Por tanto, la concentración de oxígeno se encuentra dentro de los rangos normales definidos por la revisión bibliográfica.

En cuanto a la alcalinidad, la presente investigación reportó valores de 109 mg/L en promedio, por lo que se encuentra dentro de los límites establecidos según las recomendaciones de la empresa Champion S.A., quien se dedica a la venta de camarones para laboratorio y producción.

En cuanto a amonio libre, este presentó un valor medio de 0.049 durante todo el proceso de la investigación, por tanto, se puede decir que se encuentra dentro de los límites establecidos por Moreno *et al.* (2011) como ideales.

La salinidad promedio en la presente investigación fue de 28.1 ppm, con una desviación estándar de 3, estos valores se encuentran por encima de los parámetros establecidos como ideales por Moreno *et al.* (2011), Godínez *et al.* (2011) y a Hanna Instruments (2020). Esto es importante, debido a que una salinidad alta puede afectar el desarrollo del camarón, impidiéndole mudar en los tiempos adecuados, además las altas concentraciones de sal afectan la disponibilidad de oxígeno disuelto en el agua (Hanna Instruments, 2020). Sin embargo, como los niveles de oxígeno se encuentran dentro de los rangos considerados adecuados, se evidencia que no se ha afectado negativamente el ambiente de cultivo.

La mayor parte de los factores físico-químicos, se encuentran dentro de los rangos establecidos por investigaciones precedentes, lo que demuestra que las condiciones ambientales fueron adecuadas para el desarrollo de camarones.

### **Bacteriología**

Los factores inmunológicos se pueden observar a través del comportamiento de diversos tipos de vibrio en cultivos de camarón con diferentes tratamientos de algas en la hepatopáncreas. El tratamiento con mejor resultado fue el PVX-12 al 3%, debido a que obtuvo los valores más bajos en 3 tipos de vibrio analizados: *V. parahaemolyticus* (88 colonias), *V. alginolyticus* y *V. vulnificus*, con  $10^4$  UFC. Según (do Nascimento *et al.*, 2017) la alimentación con suplementos de algas mejora la resistencia del camarón ante factores ambientales como el estrés térmico (en situaciones de frío), en donde el sistema inmune se puede ver estimulado.

Esto coincide con las conclusiones de Álvarez y Castro (2013) que menciona sobre la combinación de inulina y *U. lactuca* en dietas para camarón que afectó el número de hemocitos, y por lo tanto una mejora de la respuesta inmune.

## **Parámetros sanitarios**

### ***Sobrevivencia, hepatopáncreas y SOD***

Según los análisis realizados se puede decir que independientemente del tipo de alga utilizado como tratamiento el porcentaje de sobrevivencia sigue la tendencia de descenso a lo largo del tiempo. Sin embargo, se puede decir de manera general que los resultados de Control y PWX-192 al 3% han mostrado mejores resultados comparativamente al WT al 5% con un 54% de sobrevivencia. Resultados obtenidos en camarones alimentados con microalgas preservadas con glucosa de Álvarez y Castro (2013), reportan una sobrevivencia del 58% en 45 días de cultivo. Sin embargo, se debe considerar que la incorporación de macroalgas como *Caulerpa lentillifera* (en policultivo con camarón) pueden ser una alternativa de cultivo, debido a que alcanzan valores de 78,5% de supervivencia a los 56 días de cultivo (Ly *et al.*, 2021)

Considerando que uno de los factores que influye en la sobrevivencia de los camarones cultivados en criaderos es la presencia de vibrio como el *V. parahaemolyticus* que provoca el síndrome de mortalidad temprana, o el *V. alginolyticus* que es causante de la enfermedad del síndrome de zoea, necrosis hepatopancreática séptica o la *V. vulnificus* que provoca necrosis séptica, su identificación temprana es de gran importancia para tomar medidas preventivas para mejorar la sobrevivencia de los camarones.

Uno de los factores ambientales que más puede influir la sobrevivencia de los camarones es la temperatura, debido a sus efectos sobre la alimentación, crecimiento y metabolismo de los camarones, y además pueden propiciar la rápida multiplicación de bacterias oportunistas presentes en el entorno, como la *vibriosis* (Solano y Delgado, 2022). Como se mencionó anteriormente la temperatura media de cultivo registrada llega máximo hasta los 31°C por lo que se encuentra en el rango recomendado. Por lo contrario, una

temperatura bajo los 29.9 °C favorecen el desarrollo bacteriano *V. Parahaemolyticus* Rodriguez *et al.*, (2014) citado en Solano y Delgado (2022). Según FAO (2016) se presentan infecciones de *V. Parahaemolyticus* y *V. Vulnificus* ante cambios fisico-químicos y biológicos de los ambientes de cultivo. Se confirman los resultados de Solano y Delgado (2022) que observó que a una temperatura de 33.63°C, se presentaron los tipos de vibrio *V. Parahaemolyticus* y *V. Vulnificus* pero en distintas cantidades, al igual que en el presente estudio, que a una temperatura promedio de 29°C se presentaron entre 32 y 105 colonias de bacterias *V. Parahaemolyticus* y entre 14 a 156 colonias de *V. Vulnificus*.

El vibrio también es observable mediante estudios de histología, los cuales pueden mostrar los daños que puede provocar en la hepatopáncreas de los camarones. (Peña y Varela, 2015), observó un grave efecto citopático en los tejidos procesados de los camarones debido al desarrollo de la infección por *V. parahaemolyticus*, similar a los daños reportados en estudios anteriores en camarones de la especie *Penaeus monodon* ante la infección de *Vibrio harveyi* (Peña y Varela, 2015).

Según los resultados obtenidos por Peña y Varela (2015) en su estudio sobre histopatología en *Litopenaeus vannamei* infectado con vibrio, sus resultados muestran daño en el hepatopáncreas de grado 1 y 2 (Peña y Varela, 2015). Esto concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio, donde los resultados muestran un daño tubular entre 1 y 2 en la mayoría de los casos. Como sostiene Varela (2018), el vibrio se hace evidente en la hepatopáncreas mediante la formación de nódulos hemocíticos y células epiteliales que pueden lucir hipertrofiadas (Varela, 2018).

Para el caso del superóxido dismutasa (SOD), el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento PWX AL 3% con un 83,75% de SOD, lo que confirma el estudio de Aguilar y Aguilar (2020). que después de incluir extracto de macroalgas para mejorar la supervivencia en postlarvas PL15, obtuvo un 86% de SOD (Aguilar y Aguilar, 2020).

Estos resultados contribuyen favorablemente a los estudios sobre el efecto de las algas como inmunoestimulantes, esto se debe a que camarones peneidos poseen un sistema inmune que es activado mediante mecanismos de respuesta, que en una primera etapa se da el reconocimiento entre antígenos, patógenos y moléculas de reconocimiento para producir una serie de respuestas inmunológicas desde la activación de enzimas que incluyen la superóxido dismutasa, hasta mecanismos de reconocimiento (Martín *et al.*, 2022).

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

- Con la determinación de la tasa de supervivencia del camarón *Litopenaeus vannamei* expuesto a dietas balanceadas enriquecidas con el conglomerado de algas Phycovax® no se detectaron diferencias estadísticas, sin embargo, la tasa de supervivencia final a los 43 días de cultivo es del 60%. Por tanto, se puede decir que independientemente el tipo o concentración de alga, no afecta a la supervivencia.
- Estos resultados sugieren que otros factores en el ambiente de cultivo, como la calidad del agua, la densidad de población y las condiciones de manejo, podrían estar influyendo de manera significativa en la supervivencia de los camarones, más que la suplementación con Phycovax®. Esto destaca la complejidad de los sistemas de cultivo acuático y la necesidad de considerar múltiples variables en la mejora de la supervivencia de los organismos, especialmente en campo.
- El conglomerado de algas Phycovax® emerge como un factor positivamente influyente en el estado sanitario y la respuesta inmune de *Litopenaeus vannamei*, en medio de condiciones desafiantes. A pesar de la presencia sustancial de *Vibrio* spp., con recuentos que superaron las  $10^4$  UFC, tanto en el agua circundante como en el suelo y la hepatopáncreas de los camarones, y los consiguientes daños observados en los análisis histológicos y de patología en fresco con grados de severidad 1 y 2, los resultados evidencian una mejora significativa en la respuesta inmunológica entre los camarones alimentados con Phycovax® en comparación con aquellos del grupo de control.
- La suplementación con Phycovax® en la dieta de los camarones demuestra efectos beneficiosos en su sistema inmunológico, incluso en condiciones adversas. Destaca el incremento significativo en la enzima antioxidante superóxido dismutasa (SOD), con

camarones sometidos al tratamiento de Phycovax® al 3%, mostrando un aumento del 83% en la actividad de SOD. Esta elevada presencia de SOD refleja la capacidad de Phycovax® para fortalecer la respuesta inmune de los camarones, protegiéndolos de estrés oxidativo e infecciones, incluso en ambientes con alta carga de patógenos.

- Los resultados indican que la respuesta inmune de los juveniles de camarón blanco no muestra una relación lineal con la concentración de algas Phycovax® en la dieta. Si bien se esperaba que mayores concentraciones de algas potenciaran la respuesta inmunológica, los datos revelan un patrón más complejo. Este hallazgo sugiere que la respuesta inmune no es simplemente dependiente de la cantidad de algas consumida y que otros factores pueden estar interactuando en esta relación.

### **Recomendaciones**

- Aunque los resultados son prometedores, se recomienda llevar a cabo estudios a largo plazo para validar consistentemente los efectos positivos de Phycovax® en la respuesta inmune y salud de los camarones.
- Considerar la evaluación de otros parámetros inmunológicos y bioquímicos para obtener una imagen completa de cómo Phycovax® impacta en la salud de los camarones.
- Considerar cómo los resultados de este estudio pueden traducirse en prácticas de cultivo realistas y beneficios para la industria acuícola.
- Evaluar cómo la interacción de Phycovax® con otros componentes de la dieta podría influir en la respuesta inmunológica y antioxidante de los camarones.
- Compartir los hallazgos a través de publicaciones científicas y conferencias para contribuir al conocimiento global sobre el uso de Phycovax® en la mejora de la salud de los camarones en la acuicultura.



- Para validar y fortalecer las conclusiones obtenidas en este estudio, se sugiere que otros investigadores repliquen y amplíen esta investigación en diferentes entornos y condiciones para obtener resultados más robustos y confiables.

## Bibliografía

- Achupallas, J. (2000). Tecnología de alimentos para camarón. *Avances en Nutrición Acuícola*.  
<https://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/316/313>
- Aguilar, A., y Aguilar, M. (2020). *Diseño de un protocolo de inclusión de extractos de macroalgas como estrategia para mejorar la supervivencia en postlarvas de camarón blanco del Pacífico (Penaeus vannamei)* [Proyecto Integrador, Escuela Superior Politécnica Nacional]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/51430/1/T-76719%20Aguilar-Aguilar.pdf>
- Aguirre, L. E., Sánchez, H., Ordinola, A. (2021). Resistencia antibiótica en *Vibrio spp* aislados de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(4). [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172021000400022&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172021000400022&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Álvarez, J. C., y Castro, M. (2013). *Rendimiento en la sobrevivencia de larvas de camarón alimentadas con algas microscópicas conservadas con glucosa* [Tesis de Grado, Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí].  
<https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/1469/1/ULEAM-BLGO-0028.pdf>
- Amerise, A. (21 de abril del 2023). Cómo Ecuador se convirtió en el mayor exportador mundial de camarones (y qué papel clave jugó China). *BBC News Mundo*.  
[https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-65247655#:~:text=BBC%20Extra-,C%C3%B3mo%20Ecuador%20se%20convirti%C3%B3%20en%20el%20mayor%20exportador%20mundial%20de,qu%C3%A9%20papel%20clave%20jug%C3%B3%20China\)](https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-65247655#:~:text=BBC%20Extra-,C%C3%B3mo%20Ecuador%20se%20convirti%C3%B3%20en%20el%20mayor%20exportador%20mundial%20de,qu%C3%A9%20papel%20clave%20jug%C3%B3%20China))
- Cámara Marítima del Ecuador. (22 de febrero 2023). *En 2022 fue 24% más caro producir camarón que en 2021 y acuacultores proyectan la misma problemática para este 2023*.  
<http://www.camae.org/camaron/en-2022-fue-24-mas-carro-producir-camaron-que-en-2021-y-acuacultores-proyectan-la-misma-problematica-para-este-2023/>
- Cámara Nacional de Acuicultura. (2022). *Camarón – Reporte de exportaciones ecuatorianas*

totales. <https://www.cna-ecuador.com/estadisticas/>

Campa, A., Hernández, N., Aguirre, G., Ascencio, F. (2005). Respuesta inmunomoduladora del superóxido dismutasa en juveniles de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) expuestos a inmunoestimulantes. *Ciencias Marinas*, 31(4), 661–669.

<https://www.scielo.org.mx/pdf/ciemar/v31n4/v31n4a6.pdf>

Carvajal, J., Bolaños, M., Martínez, E. (2013). *Efecto de dos tipos de dietas: comercial y experimental sobre el crecimiento de camarones Litopenaeus vannamei en etapa de postlarvas* [Tesis, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua].

<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/3107>

Castellano, F. (2021). *Efecto de dietas con Spirulina sp contra bacterias patógenas de tipo vibrio en camarón blanco (Litopenaeus vannamei)* [Proyecto de investigación de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo].

<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/4ec01926-d0dc-4a6a-b63b-700dd20994d8/content>

Castillo, B., y Velásquez, P. (2021). Manejo estacional de los sistemas de producción de camarón en el Ecuador. *Revista Sociedad y Tecnología*, 4(3), 447–461.

<https://institutojubones.edu.ec/ojs/index.php/societec/article/view/151/439>

Cuéllar, J. (2013). Vibriosis. *The Center for Food Security y Public Health*.

<https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/vibriosis-in-shrimp-es.pdf>

Chávez, M., y Higuera, C. (2023). Manual de buenas prácticas de producción acuícola de camarón para la inocuidad alimentaria. *Sagarpa*. <https://cesasin.mx/wp-content/uploads/2017/12/Cam-Manual-de-buenas-practicas-de-produccion%CC%81n-acuicola-de-camaro%CC%81n-para-la-inocuidad-alimentaria.pdf>

do Nascimento, F., Dias, D., Bolívar, N., Chamorro, E., Seiffert, W., Hayashi, L. (2017). Aditivos alimentarios para camarones marinos: salud y nutrición. *Avances en Nutrición Acuícola*.

<https://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/4>

Editorial Grudemi. (2021). Microalgas. *Enciclopedia de Biología*.

<https://enciclopediadebiologia.com/microalgas/>

Fonseca, E., González, R., Rico, R. (2013). Sistema inmune de los camarones. *Aquatic*, 38, 68–84. [https://www.redalyc.org/pdf/494/Resumenes/Resumen\\_49428034007\\_1.pdf](https://www.redalyc.org/pdf/494/Resumenes/Resumen_49428034007_1.pdf)

Food and Agriculture Organization. (1988). *Manual para la cría de camarones peneidos*.

<https://www.fao.org/3/AB466S/AB466S00.htm#TOC>

Galindo, J., Fraga, I., Arazoza, M., Álvarez, S., Ramos, D., y González, R. (2023).

Requerimientos nutricionales de juveniles de camarón blanco (*Litopenaeus schmitti*):

Evaluación de dietas prácticas. *Aqua Docs*, 84–94.

<https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/1880/17%5b1%5d.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

García, B., García, O., Clapes, S., Rodes, L., y García, J. C. (1995). Enzimas que participan como barreras fisiológicas para eliminar los radicales libres: I. Superóxido dismutasas. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 14(1).

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03001995000100001&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03001995000100001&script=sci_arttext)

Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Jambelí. (2018). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de Jambelí*.

[http://www.jambeli.gob.ec/images/PDyOT\\_JAMBEL%C3%8D\\_2018\\_ajustado.pdf](http://www.jambeli.gob.ec/images/PDyOT_JAMBEL%C3%8D_2018_ajustado.pdf)

Godínez, D., Chávez, M., y Gómez, S. (2011). Acuicultura epicontinental del camarón blanco del Pacífico, *Litopenaeus vannamei*. *Tropical and Subtropical Agrosystems*, 4(1), 55–62. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93915703004>

Gomez, B., Roque, A., y Soto, S. (2015). Vibriosis en camarones y su diagnóstico. *Avances en Acuicultura y Manejo Ambiental*. [https://www.researchgate.net/profile/Bruno-Gomez-Gil/publication/235636525\\_Vibriosis\\_en\\_camarones\\_y\\_su\\_diagnostico\\_vibriosis\\_in\\_shrimp\\_and\\_its\\_diagnosis/links/0fcfd51224b70b98a0000000/Vibriosis-en-camarones-y-su-diagnostico-vibriosis-in-shrimp-and-its-dia](https://www.researchgate.net/profile/Bruno-Gomez-Gil/publication/235636525_Vibriosis_en_camarones_y_su_diagnostico_vibriosis_in_shrimp_and_its_diagnosis/links/0fcfd51224b70b98a0000000/Vibriosis-en-camarones-y-su-diagnostico-vibriosis-in-shrimp-and-its-dia)

- Gonzabay, Á., Vite, H., Garzón, V., y Quizhpe, P. (2021). Análisis de la producción de camarón en el Ecuador para su exportación a la Unión Europea en el periodo 2015-2020. *Polo del Conocimiento*, 6(9), 1040–1058.  
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8094522.pdf>
- González, A., Moreno, J., Campa, A., González, H., Fierro, J., Álvarez, P., Bueno, M. (2013). Respuesta inmune y expresión de genes en el camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) inducida por inmunoestimulantes microbianos. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41 (5), 898-907.  
[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-560X2013000500010](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-560X2013000500010)
- Goytortúa, E., Andrade, K., Cadena, M. A., y Civera, R. (2023). Manual para la identificación de estadios larvales del camarón blanco del pacífico *Litopenaeus vannamei*. *Conahcyt*.  
<http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/3175/MANUAL%20PARA%20LA%20IDENTIFICACION%20DE%20ESTADIOS%20LARVALES%20DEL%20CAMARON%20BLANCO%20DEL%20PACIFICO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guacho, C. (2022). *Niveles de consumo de balanceado del camarón blanco Litopenaeus vannamei, usando alimentadores automáticos en modo sónico, durante la estación cálida húmeda, camaronera Isla Matorrillo* [Trabajo de Titulación, Universidad Estatal de la Península de Santa Elena].  
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8860/1/UPSE-TBM-2022-0028.pdf>
- Gutiérrez, R. G., González, O, Valdés, O., Hernández, Y., y Acosta, Y. (2016). Algas marinas como fuente de compuestos bioactivos en beneficio de la salud humana: un artículo de revisión. *Ciencias Biológicas y de la Salud*, 18(3), 20–27.  
<https://biblat.unam.mx/hevila/Biotecnia/2016/vol18/no3/4.pdf>
- Hanna Instruments. (2020). *Calidad de agua en el cultivo de camarones: Camaronicultura*.  
<https://www.hannacolombia.com/aqua/blog/item/calidad-de-agua-en-el-cultivo-de-camarones->



- Morales, V., y Cuéllar, J. (2014). Guía técnica – Patología e inmunología de camarones penaeidos. *Programa Cytel*.  
[https://utm.edu.ec/fcv/acuicultura/images/acuicultura/pdf\\_revistas/Guia\\_Tecnica\\_Patologia\\_Inmunologia\\_de\\_Camarones\\_Penaeidos.pdf](https://utm.edu.ec/fcv/acuicultura/images/acuicultura/pdf_revistas/Guia_Tecnica_Patologia_Inmunologia_de_Camarones_Penaeidos.pdf)
- Moreno, A., Urquidez, P., López, M. (2011). *Evaluación de la condición de salud: parámetros fisicoquímicos y de producción: durante un ciclo de cultivo de camarón blanco (Litopenaeus vannamei) en dos sectores de una granja del Noroeste de México* [Tesis Profesional, Universidad de Sonora].  
<http://repositorioinstitucional.uson.mx/bitstream/20.500.12984/1360/1/morenoariasangelical.pdf>
- Muñoz, M., Cedeño, R., Rodríguez, J., Kannap, W., Mialhe, E., y Bachere, E. (2000). Medición de la producción intermedia de oxígeno reactivo en hemocitos del camarón peneido, *Penaeus vannamei*. *Acuicultura*, 191, 89–107.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848600004208>
- Newman, S. (2022). Una actualización sobre la vibriosis, la principal enfermedad bacteriana que enfrentan los camaroneros. *Global Sea Food Alliance*.  
<https://www.globalseafood.org/advocate/una-actualizacion-sobre-la-vibriosis-la-principal-enfermedad-bacteriana-que-enfrentan-los-camaroneros/>
- Niu, J., Xie, J.-J., Guo, T.-Y., Hang, H.-H., Zhang, Y.-M., Liao, S.-Y., Wei, S., Jian, Y., y Tian, L.-X. (2019). Comparison and evaluation of four species of macro-algae as dietary ingredients in *Litopenaeus vannamei* under normal rearing and WSSV challenge conditions: effect on growth. *Immune Response, and Intestinal Microbiota*. *Front. Physiol. Sec. Aquatic Physiology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01880>
- Organización Panamericana de la Salud. (2021). *Semana mundial de concientización sobre el uso de los antimicrobianos 2021*. <https://www.paho.org/es/campanas/semana-mundial->





[http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12221/1/DE00006\\_EXAMENCOMP LEXIVO.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12221/1/DE00006_EXAMENCOMP LEXIVO.pdf)

Rosales, A. (2023). *Análisis de la relevancia económica de la industria camaronera en el Ecuador, período 2017-2021* [Trabajo de Titulación, Universidad de Guayaquil].

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/69573/1/ROSALES%20MAQUILON%20ALL AN%20ANDRE.pdf>

Rueda, D. (2018). *Evaluación de la respuesta inmune en camarón blanco del pacífico "Penaeus vannamei" a base de dietas con niveles altos de vitaminas, nucleótidos y  $\beta$ -glucanos* [Trabajo de Grado, Universidad de Central del Ecuador].

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/14488/1/T-UCE-0014-056-2018.pdf>

Santiago, M., Espinosa, A. B., Bermúdez, M (2009). Uso de antibióticos en la camaronicultura. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 40(3), 22–32.

<https://www.redalyc.org/pdf/579/57912963005.pdf>

Solano, H., y Delgado, R. (2022). *Identificación de Vibrios sp en aguas de piscinas de camarón blanco Litopenaeus vannamei a baja salinidad* [Proyecto de Investigación, Universidad de Machala].

[http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/21034/1/Trabajo\\_Titulacion\\_1548.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/21034/1/Trabajo_Titulacion_1548.pdf)

Sperling, L., Alterar, T., y Huehn, S. (2015). Prevalencia y resistencia antimicrobiana de *Vibrio spp.* en retail y farm camarones en Ecuador. *Revista de Protección de Alimentos*, 78(11), 2089-2092. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-15-160>

Torres, C. (2014). *Evaluación de dos dietas alimenticias balanceadas para la producción de Litopenaeus vannamei, en la camaronera Piquerosa, provincia de Manabí* [Tesis de Grado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil].

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/1831/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-39.pdf>

Valenzuela, J. (2013). *Efecto de la modulación inmunológica en la supervivencia del cultivo de*

camarón *Litopenaeus vannamei* [Tesis de Maestría, Universidad de Guayaquil].

[https://www.lareferencia.info/vufind/Record/EC\\_c7ca4b547dc339d5419afd1c014ab9c2/Description#tabnav](https://www.lareferencia.info/vufind/Record/EC_c7ca4b547dc339d5419afd1c014ab9c2/Description#tabnav)

Varela, A. (2018). Patologías del hepatopáncreas en camarones marinos cultivados en América y su diagnóstico diferencial mediante histopatología. *AquaTIC*, 50, 13–30. <https://www.redalyc.org/journal/494/49460101003/html/>

Yaguana, R. I., y Cartuche, V. A. (2022). Variación de diatomeas (*Bacillariophyta*) en un gradiente del estado de conservación de ribera del río Malacatos, Loja-Ecuador. *Cedamaz*, 2, 111–117. <https://doi.org/10.54753/cedamaz.v12i2.1626>

Yunga, J. (2013). *Análisis biológicos en el cultivo del camarón Litopenaeus vannamei* [Tesina, Universidad de Guayaquil]. <https://repositorio.ug.edu.ec/items/5a02cba6-e5b9-446b-a7be-b9997827a38b>