



**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 una producción semi-intensiva**

Jaramillo López, Kevin Joel

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Ortiz Tirado, Juan Cristóbal, PhD.

23 de agosto 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 una producción semi-intensiva**, fue realizado por el señor: **Jaramillo López, Kevin Joel**; 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 para verificación y/o análisis de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 23 de agosto del 2023



firmado electrónicamente por:  
JUAN CRISTOBAL  
ORTIZ TIRADO

Ing. Ortiz Tirado, Juan Cristóbal, PhD.

C. C.: 1709998163

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



## Tesis Final- Kevin\_Jaramillo copy leak...

### Scan details

Scan time:  
August 23th, 2023 at 13:24 UTC

Total Pages:  
44

Total Words:  
10771

### Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
Identical	1.6%	168
Minor Changes	0.3%	28
Paraphrased	0.2%	23
Omitted Words	0%	0

### AI Content Detection

N/A

Text coverage  
 AI text  
 Human text



FIRMADO ELECTRONICAMENTE POR:  
JUAN CRISTOBAL  
ORTIZ TIRADO

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, **Jaramillo López, Kevin Joel**, con cédula de ciudadanía No. 1723628473, 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 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, 23 de agosto del 2023

  
.....  
**Jaramillo López, Kevin Joel**  
C.C.: 1723628473



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

**Carrera Agropecuaria**

**Autorización de Publicación:**

Yo, **Jaramillo López, Kevin Joel**, con cédula de ciudadanía No. 1723628473 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 una producción semi-intensiva en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios es de mi responsabilidad.**

Sangolquí, 23 de agosto del 2023

**Jaramillo López, Kevin Joel**

C.C.: 1723628473

## **Dedicatoria**

El presente trabajo es dedicado con mucho amor a la persona que guía mi camino a cada momento, que con su esfuerzo y constancia es mi ejemplo a seguir, Te amo mamá con todo mi corazón y esta tesis es un pequeño tributo a todo tu amor y dedicación.

**Kevin Jaramillo L.**

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por brindarme la sabiduría necesaria para poder culminar con mi carrera universitaria.

A mi madre Mónica López que si ella no hubiera alcanzado este logro, el cual es reflejo de todo su esfuerzo.

A mi hermano Matías que me llena con todo su amor y me da la energía para seguir adelante.

A mis abuelitos y tíos que son mi ejemplo de dedicación y superación que han estado conmigo en cada etapa de mi vida brindándome su apoyo incondicional.

A mi tutor Dr. Juan Cristóbal Ortiz Tirado quien me guió en cada momento, gracias a su larga trayectoria y su amplio conocimiento los cuales fueron fundamentales para el desarrollo de la presente investigación.

A la Ing. Annabelle Palacios quien me ha acogido con los brazos abiertos en la camaronera LAQUILA, de igual manera a Phycovax Ecuador quienes fueron mis patrocinadores, gracias por su confianza y brindarme las herramientas necesarias para la presente investigación, sin su participación este trabajo no hubiese sido posible.

**Kevin Jaramillo L.**

## Índice de contenidos

Carátula.....	1
Certificación .....	2
Resultado 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.....	13
Resumen.....	15
Abstract .....	16
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>17</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>17</b>
Antecedentes .....	17
Justificación.....	18
Objetivos.....	19
Objetivo general .....	19
Objetivos específicos.....	20
Planteamiento de Hipótesis .....	20
Hipótesis nula .....	20
Hipótesis alternativa .....	20
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>21</b>

<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>21</b>
Microalgas en la producción de camarón.....	21
Generalidades e importancia de las algas en Acuicultura .....	21
Generalidades del camarón.....	23
Ciclo de vida de camarón.....	24
Calidad de agua y suelo.....	26
Temperatura .....	26
Salinidad .....	27
Fotosíntesis y respiración.....	27
Oxígeno .....	28
Turbidez.....	29
Alcalinidad .....	30
Nitrógeno y fósforo .....	30
Metabolitos tóxicos.....	31
Suelo.....	31
Vibriosis.....	32
Especies .....	32
Transmisión .....	32
Sistema inmune del camarón.....	33
Identificación.....	34
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>36</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>36</b>

Ubicación del área de investigación .....	36
Establecimiento del proyecto .....	36
Preparación de Jaulas y comedores.....	37
Limpieza y Desinfección.....	38
Traslado de larvas .....	38
Preparación de alimento .....	39
Variables a medir .....	40
Parámetros productivos .....	40
Parámetros físico-químicos.....	42
Diseño experimental .....	44
Análisis estadísticos .....	46
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>47</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>47</b>
Parámetros físico químicos.....	47
Temperatura .....	47
Oxígeno Disuelto .....	47
Análisis de calidad de Agua.....	48
Niveles de amonio .....	48
Alcalinidad .....	49
Cuantificación de microalgas .....	50
Bacteriología de agua y suelo.....	50
Parámetros productivos .....	52

Peso promedio.....	52
Longitud total .....	52
Biomasa.....	54
Tasa de crecimiento específica.....	54
Ganancia de peso .....	55
Eficiencia Alimenticia.....	55
Factor de Conversión Alimenticia .....	55
Supervivencia .....	56
Relación de variables morfométricos y productivos .....	56
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>58</b>
<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>58</b>
Parámetro Físico Químicos .....	58
Compuestos nitrogenados .....	58
Bacteriología.....	60
Parámetros Morfométricos.....	60
<b>CAPÍTULO VI .....</b>	<b>64</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>64</b>
Conclusiones.....	64
Recomendaciones .....	65
Bibliografía .....	66

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Principales especies de diatomeas empleadas en la alimentación de larva con su contenido nutricional.....</i>	22
<b>Tabla 2</b> <i>Taxonomía del camarón blanco .....</i>	24
<b>Tabla 3</b> <i>Relación entre la solubilidad del oxígeno, salinidad y temperatura.....</i>	29
<b>Tabla 4</b> <i>Lectura de disco secchi con respecto a la turbidez.....</i>	29
<b>Tabla 5</b> <i>Composición de Vibrio ChromoSelect Agar .....</i>	35
<b>Tabla 6</b> <i>Tabla nutricional del alimento balanceado .....</i>	39
<b>Tabla 7</b> <i>Descripción de tratamientos del proyecto investigativo .....</i>	45
<b>Tabla 8</b> <i>Promedio <math>\pm</math> desviación estándar del peso de durante 42 días de cultivo Litopenaeus vannamei.....</i>	52
<b>Tabla 9</b> <i>Promedio <math>\pm</math> desviación estándar de ganancia de peso g, biomasa kg/ha y FCA por tratamiento a los 42 días de cultivo.....</i>	55
<b>Tabla 10</b> <i>Correlaciones de Pearson para variables productivas.....</i>	57

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> <i>Relación entre alimento natural vs alimento artificial con respecto a la densidad de carga</i> .....	23
<b>Figura 2</b> <i>Ciclo de vida de camarón</i> .....	26
<b>Figura 3</b> <i>Comportamiento de la salinidad con respecto a la lluvia anualmente</i> .....	27
<b>Figura 4</b> <i>Interacción del medio acuático</i> .....	28
<b>Figura 5</b> <i>Comportamiento del pH con respecto al tiempo</i> .....	30
<b>Figura 6</b> <i>Ubicación del proyecto de investigación</i> .....	36
<b>Figura 7</b> <i>Establecimiento del proyecto en piscina de camaronera</i> .....	37
<b>Figura 8</b> <i>Implementación y construcción de jaulas (unidades experimentales)</i> .....	37
<b>Figura 9</b> <i>Elaboración e incorporación de comederos</i> .....	38
<b>Figura 10</b> <i>Traslado y siembra de larvas</i> .....	39
<b>Figura 11</b> <i>Preparación de alimento</i> .....	40
<b>Figura 12</b> <i>Proceso de muestreo semanal</i> .....	40
<b>Figura 13</b> <i>Medición de parámetros (oxígeno, temperatura y salinidad)</i> .....	42
<b>Figura 14</b> <i>Toma de muestras y cuantificación de microalgas</i> .....	43
<b>Figura 15</b> <i>Análisis de calidad de agua</i> .....	43
<b>Figura 16</b> <i>Preparación de agar, siembra de suelo y agua y conteo de colonias</i> .....	44
<b>Figura 17</b> <i>Diseño del croquis experimental</i> .....	45
<b>Figura 18</b> <i>Temperatura promedio durante la mañana y la noche</i> .....	47
<b>Figura 19</b> <i>Valor promedio de oxígeno durante el día y la noche</i> .....	48
<b>Figura 20</b> <i>Niveles de amonio por cada tratamiento</i> .....	49
<b>Figura 21</b> <i>Comportamiento alcalinidad por tratamiento</i> .....	49
<b>Figura 22</b> <i>Porcentaje de algas, A) conteos de las microalgas durante el desarrollo de la investigación, B) Conteo de microalgas del último muestreo (42 días de cultivo)</i> ....	50
<b>Figura 23</b> <i>Niveles de crecimiento de las tres especies de Vibrio en el agua</i> .....	51

<b>Figura 24</b> <i>Niveles de crecimiento de las tres especies de Vibrio en el suelo.....</i>	51
<b>Figura 25</b> <i>Longitud total en cm de promedio por tratamiento durante los 42 días.....</i>	53
<b>Figura 26</b> <i>Curva de peso promedio a los 42 días de cultivo de Litopenaeus vannamei.....</i>	53
<b>Figura 27</b> <i>Tasa de crecimiento específico durante los 42 días de cultivo .....</i>	54
<b>Figura 28</b> <i>Porcentaje de supervivencia por tratamiento .....</i>	56
<b>Figura 29</b> <i>Relación entre longitud total y peso promedio.....</i>	57

## Resumen

Dentro de la acuicultura la producción de camarón es una de las más importante, una de las problemáticas son las altas mortalidades a causa de la enfermedad bacteriana Vibriosis. Por lo tanto, una de las alternativas es el uso de inmunoestimulantes en base a microalgas que contribuyan el desarrollo, sanidad y productividad animal. Por esta razón la presente investigación evaluó el efecto de diferentes concentraciones de dos tipos de algas “Phycovax®” en dietas balanceadas para camarón blanco en etapa de pre-cría y su impacto en crecimiento en una producción semi-intensiva. Para lo cual, a nivel de granja se emplearon 28 unidades experimentales, cada tipo de alga adicionadas a tres concentraciones (3%,4% y 5%) y el tratamiento control (0% de algas). Se monitoreo parámetros físico químicos, bacteriología y análisis de calidad de agua. Los tratamientos de algas “Phycovax®” (producto A) fueron mejores, pese a no encontrar diferencias significativas ( $p < 0,999$ ) a excepción de las variables biomasa y peso ( $p < 0,0328$  y  $p < 0,0337$ ). El peso final destacado de 8.06 g fue del tratamiento con la adición del 4% de alga y una longitud total de 7,37 cm del tratamiento con adición del 3%. En los parámetros productivos el mejor tratamiento fue con la adición del 3% (T1D1), evidenciándose la mejor biomasa proyectada de 7025,45 kg/ha, una TCE del 18,75 %/día, una eficiencia alimenticia del 88,43%, el menor FCA con un valor de 1,16, una ganancia de peso de 1,31 g y una de supervivencia del 60%.

**Palabras clave:** CAMARÓN, VIBRIOSIS, INMUNOESTIMULANTE, MICROALGA, PRODUCTIVIDAD, SUPERVIVENCIA.

## Abstract

Within the aquaculture production at national level, shrimp production is one of the main productive items, in fact, one of the main problems are the high mortalities in shrimp farms, due to the bacterial disease known as vibriosis, which is found in the aquatic environment. Therefore, one of the alternatives is the use of immunostimulants based on microalgae that contribute to the development, health and animal productivity, since they possess a diversity of minerals, vitamins, proteins, among others. For this reason, this research evaluated the effect of different concentrations of two types of "Phycovax®" algae in balanced diets for white shrimp in the pre-breeding stage and their impact on growth in a semi-intensive production. For this purpose, 28 experimental units in wooden cages were used at the farm level, where two types of algae added to the balanced feed were analyzed, each at three concentrations (3%, 4% and 5%) and a control treatment (no algae added), for a total of 7 treatments each with four replications. The best algae treatments "Phycovax®", specifically the product called A, was the best despite not finding significant differences ( $p < 0.999$ ) except for the biomass and weight variables ( $p < 0.0328$  and  $p < 0.0337$ ), with a final average weight of 8.06 grams for the treatment with the addition of 4% algae and a total length of 7.37 cm for the treatment with the addition of 3%. In the case of productive parameters, the most outstanding treatment was the treatment with the addition of 3% (T1D1) of product A, showing the best projected biomass of 7025.45 kg/ha, a specific growth rate of 18.75%/day, a feed efficiency of 88.43%, the lowest FCA with a value of 1.16, a weight gain of 1.31 g and a survival percentage of 60%.

**Keywords:** SHRIMP, VIBRIOSIS, IMMUNOSTIMULANT, MICROALGAE, PRODUCTIVITY, SURVIVAL.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### Antecedentes

En Ecuador la industria camaronera ha reflejado un desarrollo notable, ubicándose entre los principales exportadores a nivel mundial, siendo el 2022 el año con mayor volumen de exportación, con aproximadamente 1062 toneladas métricas (Cámara Nacional de Acuicultura [CNA], 2022). A futuro se espera que la demanda aumente, sin embargo, dicho sector afronta constantemente diversos desafíos en su productividad, buscando alimentos que influyan de manera positiva en su tasa de crecimiento, salud y bienestar animal, lo cual es un reto para la industria camaronera.

En la producción de camarón se evidencian altas mortalidades aproximadamente del 60% al 70 % en las primeras etapas de desarrollo, una de las principales patologías causantes de este problema, es la enfermedad bacteriana conocida como Vibriosis. Esta es una bacteria Gram negativa presente especialmente en ecosistemas marinos salados, es decir, en su ambiente natural. Las diferentes alteraciones en los factores ambientales como temperatura, salinidad, oxígeno, pH y nutrientes orgánicos e inorgánicos, influyen directamente en la proliferación de las comunidades bacterianas de *Vibrio* sp., en donde el rango de gravedad de dicha carga bacteriana oscila en valores  $\geq 10^4$  UFC/mL, provocando así, efectos nocivos en la salud del camarón (Morales *et al.*, 2014). Uno de los mecanismos de infección, es a través de lesiones que suelen presentarse en el exoesqueleto, y en donde el hepatopáncreas es el principal órgano afectado.

Al encontrarse el *Vibrio* sp. en el ambiente natural del camarón, da como resultado la fácil difusión de la enfermedad, debido a que estos crustáceos no poseen memoria inmunológica, mismos que hace más difícil su control, causando grandes pérdidas económicas. En este sentido, las altas mortalidades pueden deberse a factores climáticos como la

temperatura y que tienen una relación directa en los mecanismos fisiológicos del camarón es así que uno de los problemas importantes en la producción de camarón se da en la provincia de El Oro. De igual manera el cambio climático y eventos como el fenómeno del niño afectarán el comportamiento del agua generando una inestabilidad en el medio acuático. Estos fenómenos ocurren por los cambios de estación y relacionados a la corriente De Humboldt, la cuál va de sur a norte, disminuyendo la temperatura superficial de aguas oceánicas, así como el aire en la región costa, provocando un cambio en los ritmos de crecimiento y ciclos de producción (Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada [INOCAR], 2001).

Por lo tanto, en base a la problemática analizada en la producción de camarón se propuso la evaluación de diferentes concentraciones de algas marinas “Phycovax®”, con propiedades inmuno-estimulantes en dietas balanceadas, midiendo parámetros productivos del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), con la finalidad de obtener una producción rentable y sostenible para el sector camaronero.

### **Justificación**

La producción de camarón es un rubro importante a nivel global, pues aporta de manera significativa en el cumplimiento de la demanda alimenticia de consumo humano. Por tal razón, como punto de investigación fundamental, es encontrar diferentes alternativas que mejoren su resistencia a enfermedades y patógenos presentes en su medio de cultivo (Vivanco, 2022).

En este sentido, una estrategia es el uso de productos inmuno-estimulantes, generalmente de origen natural extraídos de diferentes organismos como las algas. Según Gutiérrez-Leyva Ranferi *et al.* (2015) afirma que el uso de *Macrocystis pyrifera* como aditivo alimentario en juveniles de camarón a una inclusión del 4%, mejoró la conversión alimenticia (1,7) y eficiencia proteica a diferencia del testigo (2,1).

En otros estudios se concluyó que el uso de *Arthrospira platensis* con una inclusión al 1 % en el alimento balanceado en la especie acuática *Oncorhynchus mykiss*, presentó diferencias significativas con respecto al control, en el peso corporal ( $223,6 \pm 2,57$  g), ganancia de peso ( $1,46 \pm 0,16$ ), y tasa de crecimiento específico ( $0,68 \pm 0,08$ ) (Guallichicomin, 2018). Además, en estudios similares, la inclusión de harina de espirulina (*Arthrospira platensis*) al 5 %, mejoró la atractabilidad del alimento para juveniles de la especie *Litopenaeus schmitti* (Sánchez, 2011).

Así también, en postlarvas de camarón (*Litopenaeus vannamei*) alimentadas con el suplemento a base de la microalga *Thalassiosira weissflogii*, logró disminuir el número de postlarva en la toma de PL gramo durante los conteos, es decir, que se evidenció un aumento de peso (González, 2021).

Por tal motivo, en este estudio se evaluó diferentes concentraciones de algas marinas (diatomeas) “Phycovax®” en dietas balanceadas para camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en etapa de pre-cría y su impacto en una producción semi-intensiva, con la finalidad de tener como resultado mejores parámetros de crecimiento y supervivencia en la producción de camarón.

## **Objetivos**

### ***Objetivo general***

Evaluar el efecto de diferentes concentraciones de dos tipos de algas “Phycovax®” en dietas balanceadas para camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en etapa de pre-cría y su impacto en crecimiento en una producción semi-intensiva.

### **Objetivos específicos**

Evaluar parámetros productivos como ganancia de peso, crecimiento lineal, factor de conversión alimenticia, eficiencia alimenticia, biomasa, tasa de crecimiento específico y supervivencia del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en etapa juvenil, mediante metodologías estandarizadas con el fin mejorar la producción camaronera.

Medir parámetros físicos y químicos del agua mediante métodos estandarizados y equipos adecuados durante el desarrollo de la investigación.

Analizar la interacción del medio acuático mediante pruebas de calidad de agua y suelo con respecto al crecimiento del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), con el uso de metodologías estandarizadas. Correlacionando los factores recopilados con el correcto desarrollo del camarón en etapa juvenil.

### **Planteamiento de Hipótesis**

#### ***Hipótesis nula***

El uso de microalgas marinas como complemento alimenticio en dietas balanceadas para camarón blanco en etapa de pre-cria, mantiene los parámetros morfométricos y productivos, en una producción semi intensiva en campo.

#### ***Hipótesis alternativa***

El uso de microalgas marinas como complemento alimenticio en dietas balanceadas para camarón blanco en etapa de pre-cria, mejoran los parámetros morfométricos y productivos, en una producción semi intensiva en campo.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### **Microalgas en la producción de camarón**

Las microalgas son microorganismos autótrofos que se encuentran clasificadas en alrededor de 50 mil especies y se subordinan dependiendo de su morfología o ambiente en la que se desarrollan, cumplen con el proceso fotosintético al igual que las plantas, pues se presume que son las principales productoras de O<sub>2</sub> consumido por el planeta. Poseen diversas propiedades como fuentes de proteína, aminoácidos, lípidos, vitaminas, minerales, pigmentos, enzimas entre otras, razón por la cual posee un potencial científico investigativo y aplicativo en diferentes industrias (Camacho y Flórez-Castillo, 2020).

#### ***Generalidades e importancia de las algas en Acuicultura***

Por lo tanto, dentro de la producción de camarón las principales microalgas empleadas son las diatomeas especies como *Thalassiosira*, *Chaetoceros* sp, o chlorophytas como *Tetraselomis* sp, entre otras especies. Principalmente la dependencia de consumo de microalgas es en los primeros estadios larvales de camarón, usados como alimento vivo, fundamentalmente para su crecimiento, ya que poseen un buen contenido nutricional, además que, según Huang *et al.* (2022) una de las principales características de las microalgas en general, es su contenido de ácidos grasos insaturados (ácido eicosa-pentaenólico, araquidónico y docosa-hexaenólico) los mismo que son la base del alimento para una gran diversidad de organismos acuáticos (Ronquillo, 2022). Las microalgas con las mejores propiedades para el buen desarrollo del camarón son las diatomeas, se caracterizan porque mejoran el porcentaje de supervivencia, aumentan peso y disminuyen el factor de conversión alimenticia, debido a que poseen alto contenido nutricional requerido por el crustáceo (Huang *et al.*, 2022).

**Tabla 1**

*Principales especies de diatomeas empleadas en la alimentación de larva con su contenido nutricional*

<b>Diatomeas</b>	<b>Contenido nutricional</b>	<b>Principales aminoácidos</b>
<i>Thalassiosira</i> spp.	Fuente de proteínas (10-30%), lípidos (5 – 20%) y carbohidratos, vitaminas del grupo B (B1, B2, B6), vitamina C y minerales esenciales como el silicio, calcio, potasio, magnesio y hierro.	
<i>Chaetoceros</i> spp.	Proteína está en un rango de 10 a 20 %, los lípidos en un rango de 5 a 15 %, contiene vitaminas del grupo y vitamina C, además, contiene minerales como el silicio.	Lisina Metionina Treonina Valina Leucina Isoleucina
<i>Skeletonema</i> spp.	Contiene proteína (15-25%), lípidos entre un 5 y 15 %, vitaminas del grupo B y vitamina C. Ácidos grasos esenciales como omega-3.	Fenilalanina Triptófano Histidina
<i>Navicula</i> spp.	Contiene proteína (10-20%), lípidos entre un 5 y 15 %, vitaminas del grupo B y vitamina C. Ácidos grasos esenciales como omega-3 y omega-6.	
<i>Isochrysis</i> spp.	Presenta un rango de proteína de 10 al 20%, lípidos entre un 5 y 15 %, vitaminas del grupo B y vitamina C. Ácidos grasos esenciales como omega-3 (EPA) y omega-6.	

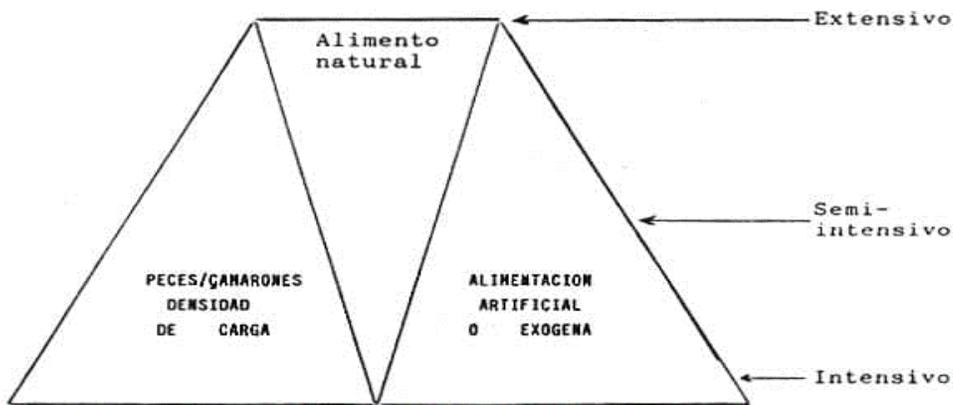
*Nota.* Adaptado de *Cultivo y composición bioquímica de diatomeas marinas (Bacillariophyta 77(1), p11-22, Gayana Botánica (Cervantes-Urieta et al., 2020; Rodríguez et al., 2004; Vásquez-Suárez et al., 2013).*

El fito y zooplancton constituyen parte del alimento de diferentes especies que forman parte del medio del camarón como son copépodos, rotíferos, velíger, artemia que también son el alimento vivo de dichos crustáceos, ya que son fuentes cruciales de proteínas y enzimas que aportan directamente en la actividad digestiva de diferentes especies acuáticas, de este modo, se puede decir que las microalgas poseen diversos beneficios y propiedades que aportan directamente a la salud de los organismos. Así también, otro de los beneficios de las microalgas, es que son indicadores de una buena calidad de agua ya que contribuyen en la estabilización del pH, aporta principalmente con la turbidez del agua, disponibilidad de O<sub>2</sub>, dando como resultado un buen desarrollo de los organismos acuáticos (Carvajal, 2019).

En etapas juveniles y de engorde en sistemas de producción semi-intensivos e intensivos la principal fuente de alimentación es el balanceado artificial, sin embargo, en sistemas extensivos las microalgas de una piscina se convierten en una fuente natural de alimentación importante, ya no solo intervienen en diferentes procesos que regulan el ambiente sino forman parte también de la cadena alimenticia del camarón.

### Figura 1

*Relación entre alimento natural vs alimento artificial con respecto a la densidad de carga*



*Nota. Adaptado de Las microalgas en los cultivos acuícolas, ADM, por Carvajal (2019)*

### Generalidades del camarón

El camarón blanco es un crustáceo nativo del Océano Pacífico, principalmente tiene un buen desarrollo en aguas tropicales a una temperatura mayor a 20 °C y salinidad de 34 ppt, condiciones de su medio natural (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2009).

## Tabla 2

### *Taxonomía del camarón blanco*

Phylum	Arthropoda
Subphylum	Crustacea
Clase	Malacostraca
Subclase	Eumalacostraca
Superorden	Eucarida
Orden	Decapoda
Suborden	Dendrobranchiata
Superfamilia	Penaeoidea
Familia	Penaeidae
Género	<i>Litopenaeus</i>
Especie	<i>L. vannamei</i>

*Nota.* Pérez Farfante y Frederick Kensley (2009), *Penaeoid and Sergestoid Shrimps and Prawns of the World: Keys and Diagnoses for the Families and Genera*, (p.233), Ilustrada.

### **Ciclo de vida de camarón**

El ciclo de vida de *L. vannamei* como otras especies está comprendido por un proceso biológico conocido como la metamorfosis, inicia con la reproducción, pues una vez que los individuos alcanzan su madurez sexual, están preparados para la cópula natural, inician con el acercamiento y persecución o también conocido como el cortejo del macho a la hembra. Hasta que, finalmente el camarón macho transfiere los espermatozoides al túnel de la hembra, es decir, se adhiere entre el tercero y quinto pie ambulatorio de la misma (Hsien-Tsang y Aguillón, 2008). La hembra una vez fecundada inicia con el desove, en condiciones naturales se ejecutará en mar abierto, tendrá una duración aproximada de un minuto, la hembra se moverá en círculos y dará brinco.

Se conoce además que los huevos producidos por hembra dependerán de su peso, por ejemplo, en un rango de 30 a 45 g, se estima un aproximado de 100 a 250 mil óvulos. La alimentación idónea para un buen proceso de reproducción está basada principalmente en poliquetos, calamares, conchas y mejillones (Skretting, 2023).

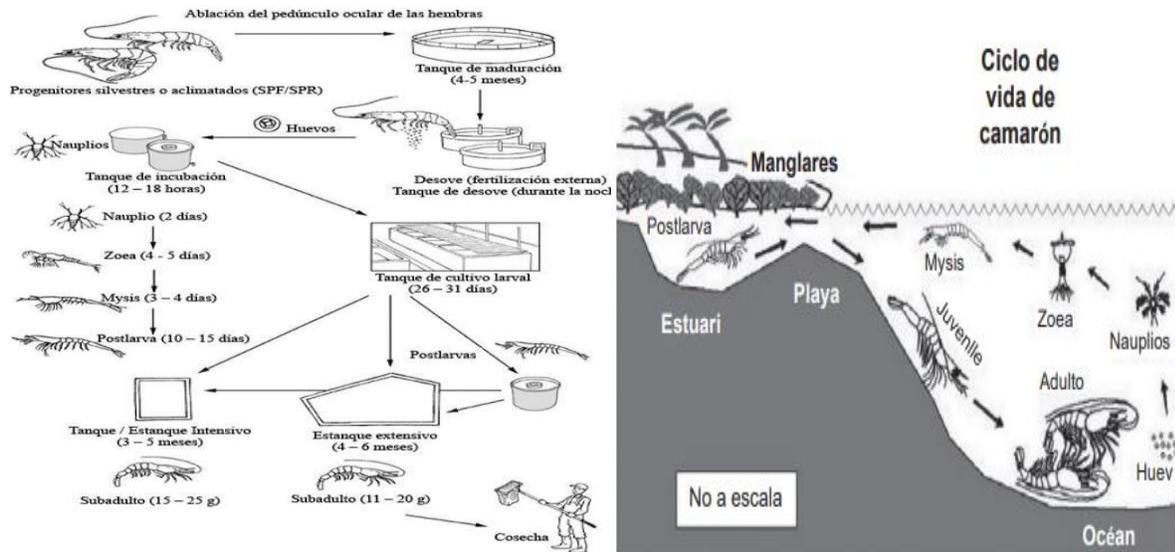
Los huevos eclosionan a una temperatura de 28°C en un tiempo de 14 a 16 horas, pasando a sus cinco estadios naupliares, los mismo que no requieren una fuente de alimentación externa, debido a que ocupan sus reservas provenientes del saco vitelino durante la ovogénesis. Tras pasar 48 horas, continúan su transformación al estadio Zoea que se subdivide en tres fases I, II y III en una duración de 72 horas, en cuanto a la alimentación, inician con el consumo de microalgas vivas y espirulina liofilizada más alimento balanceado, alternando la dieta líquida y seca, sin embargo, cuando llega a Zoea III se alimentan en la industria principalmente de dietas secas, además, que se incorpora como alimento la artemia para lo cual se sigue un protocolo riguroso de des-capsulación previo a la incorporación a la dieta con el fin de prevenir diferentes enfermedades (Skretting, 2023).

Cuando llega a los sub-estadios Mysis I, II y III (72 h), continúan con la misma alimentación hasta llegar finalmente a pos-larvas, en donde a partir del PL 12, las dosis de alimento irán variando según la necesidad de cada tanque hasta su punto de cosecha. La frecuencia de alimentación que se realiza es de 7 a 8 veces en un periodo de 24 horas durante toda la fase larvaria, pasando a pos-larval las dosis van disminuyendo. En su ambiente natural las pos-larvas migran a los estuarios a continuar con la fase juvenil y sub-adulta, para luego regresar nuevamente al mar a completar su madurez y reproducción sexual para dar inicio nuevamente al ciclo de vida (Hsien-Tsang y Aguilón, 2008).

A nivel de camaronicultura se ha buscado brindarle al camarón las condiciones óptimas simulando su ambiente natural y adecuando el alimento que cumpla con su perfil nutricional. En la actualidad la producción acuícola cuenta con la fase conocida como maduración (etapa de reproducción, huevo a nauplio IV o V), área de larvicultura (etapa nauplio V a pos-larva) y finalmente pasan a las granjas un tiempo promedio de tres meses hasta alcanzar el peso comercial.

**Figura 2**

*Ciclo de vida de camarón*



Nota. Adaptado de *Penaeus vannamei* (Boone, 1931), por la FAO (2009).

**Calidad de agua y suelo**

El medio ambiente en el que habita el camarón esencialmente son agua y suelo, la buena dinámica de los mismos darán como resultado un buen crecimiento y desarrollo del crustáceo, por ende, un incremento en la rentabilidad de su producción. Sin embargo, existe un sin número de variables que influyen en las condiciones ambientales como temperatura, pH, salinidad, fito y zooplancton, oxígeno, turbidez etc., las cuales requieren ser monitoreadas con el fin de realizar un buen manejo y éstas no alteran el medio acuático, ya que afectaría así el crecimiento del camarón (Boyd, 2023).

**Temperatura**

La temperatura óptima en la producción de camarón está en un rango de 27°C a 30°C interviniendo de manera directa en los procesos químicos y biológicos del medio acuático. Por ejemplo, si la temperatura tiende a subir a 30 °C hay un incremento en el crecimiento del animal y respiración de organismos del estanque, afectando la disponibilidad del oxígeno

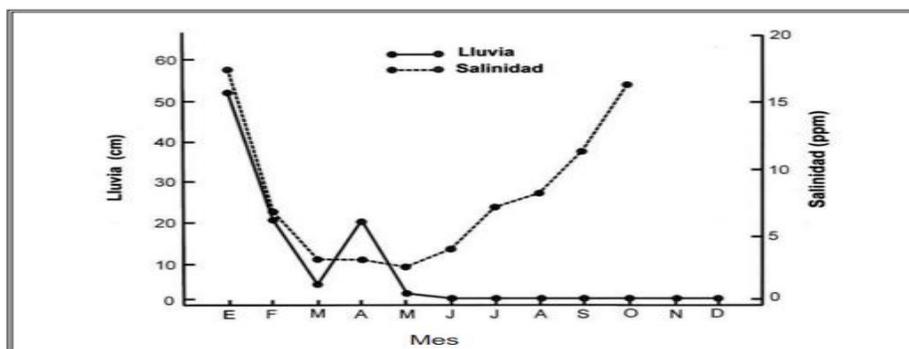
disuelto, factor indispensable en la supervivencia del mismo, así mismo, el crecimiento del organismo se limitará cuando la temperatura baja del rango mencionado (Boyd, 2023).

### **Salinidad**

La salinidad es un parámetro importante en la crianza del camarón debido a que influyen en su osmo-regulación, la salinidad representa el total de sales disueltas en un kilogramos de agua de mar, la variación de la misma está relacionada a los factores climáticos la cual tiene dos efectos alternativos: disminuye por las altas precipitaciones o se eleva por la evaporación, el rango óptimo es de 15 a 25 ppt debido a que hay organismos que pueden desarrollarse en salinidades bajas o altas (0 a 50 ppt), sin embargo, son muy sensibles a los cambios bruscos de la misma, por lo que su aclimatación se debe realizar de manera periódica (FAO, 1989).

### **Figura 3**

*Comportamiento de la salinidad con respecto a la lluvia anualmente*

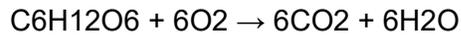


*Nota.* Adaptado de *Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón*, (p.1-29), Auburn University, por Boyd (2023).

### **Fotosíntesis y respiración**

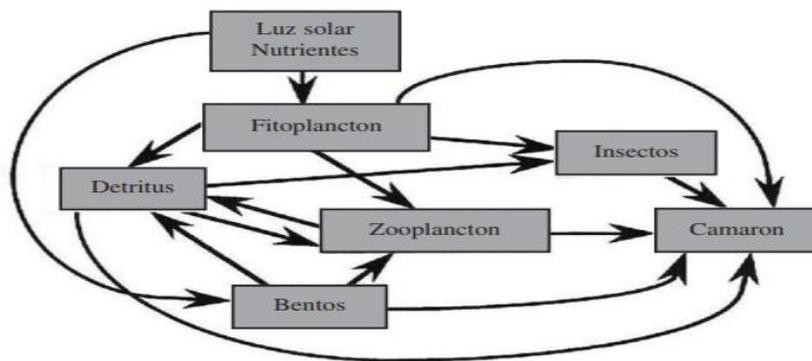
El plancton es la forma genérica de globalizar al fitoplancton y zooplancton, son organismos fotosintéticos que se encuentran en el medio acuático, como las plantas durante el día emplean el dióxido de carbono, agua, minerales y luz solar para formar materia orgánica en forma de azúcar de este modo existe mayor disponibilidad de oxígeno (O<sub>2</sub>) durante el día. En la

noche se realiza el proceso de respiración En donde el O<sub>2</sub> disminuye y el CO<sub>2</sub> se incrementa, por lo que a nivel de camaronera el punto crítico por problemas de oxígeno generalmente se da durante la noche (Boyd, 2023).



#### Figura 4

*Interacción del medio acuático*



*Nota.* Adaptado de *Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón*, (p.1-29), Auburn University, por Boyd (2023).

#### Oxígeno

El oxígeno es una de las variables indispensables, debido a que interviene directamente en la supervivencia, rendimiento y capacidad de carga animal en un sistema acuícola, la condición idónea de oxígeno para el camarón es de 4 a 8 mg/L con un porcentaje de saturación del 50 a 100 %.

Además, los factores como la elevación de la temperatura en el agua producen la pérdida de su capacidad de mantener el punto de saturación (equilibrio de O<sub>2</sub> atmosférico con el del agua), al igual que el incremento de la salinidad, pues las sales ocupan espacios de ciertas moléculas de O<sub>2</sub>, influyendo así, en la disponibilidad de oxígeno en el medio acuático como se detalla en la tabla 2 (Prangnell *et al.*, 2019).

**Tabla 3***Relación entre la solubilidad del oxígeno, salinidad y temperatura*

Temperatura (°C)	Solubilidad en oxígeno (mg/L)					
	Clorinidad: 0 Salinidad: 0	5	10	15	20	25
20	9.09	8.62	8.17	7.75	7.35	6.96
22	8.74	8.30	7.87	7.47	7.09	6.72
24	8.42	7.99	7.59	7.21	6.84	6.50
26	8.11	7.71	7.33	6.96	6.62	6.29
28	7.83	7.44	7.08	6.73	6.40	6.09
30	7.56	7.19	6.85	6.51	6.20	5.90
32	7.31	6.96	6.62	6.31	6.01	5.72
34	7.07	6.73	6.42	6.11	5.82	5.55

*Nota.* Adaptado de *Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón*, (p.1-29), Auburn University, por Boyd (2023).

**Turbidez**

Es el indicador de la claridad del agua, tiene como fin poder analizar si el agua de los estanques se encuentra cargada de fitoplancton o detritus, aspectos que influyen en el consumo de O<sub>2</sub>, sanidad de organismos, entre otras. Generalmente la herramienta común para medir turbidez es el disco Secchi, se toma la medida de turbidez según a la profundidad que se puede observar el disco, este puede estar unido a una cuerda o a un soporte de cualquier material que se encuentra dividido en cm, en este sentido la turbidez adecuada para el camarón es de 30 a 45 cm de profundidad (Boyd, 2023).

**Tabla 4***Lectura de disco Secchi con respecto a la turbidez*

Lectura (centímetros)	Comentarios
Menor de 25 cm	Estanques demasiado turbios. Si es turbio por fitoplancton, habrá problemas de concentración baja de oxígeno disuelto. Cuando la turbidez resulta por partículas suspendidas de suelos, la productividad será baja.
25 – 30 cm	Turbidez llega a ser excesiva.
30 – 45 cm	Si la turbidez es por fitoplancton, el estanque está en buenas condiciones.
45 – 60 cm	Fitoplancton se vuelve escaso.
Mayor de 60 cm	El agua es demasiado clara. La productividad es inadecuada y pueden crecer plantas acuáticas.

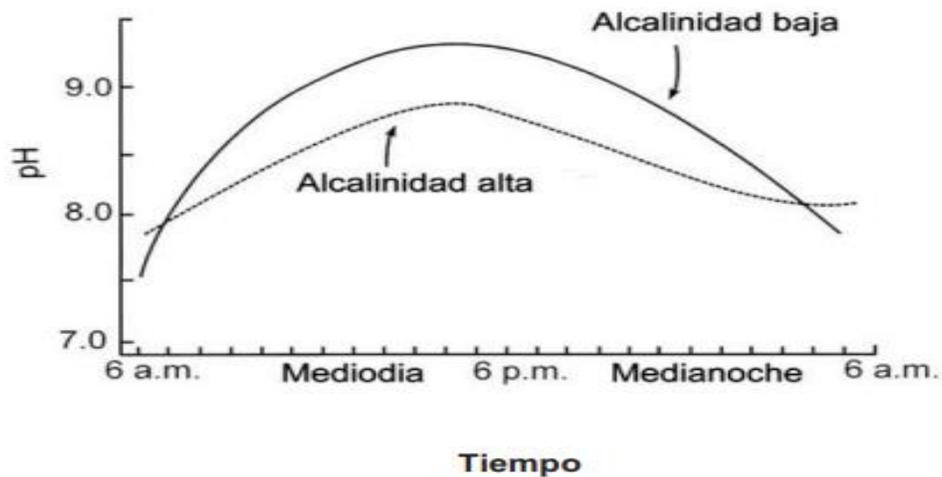
*Nota.* Adaptado de *Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón*, (p.1-29), Auburn University, por Boyd (2023).

## **Alcalinidad**

La alcalinidad es un factor importante dentro del proceso de muda del camarón, proceso fisiológico en el que se basa su crecimiento, por lo tanto, el rango adecuado dentro del estanque de agua dulce es un valor de 30 a 40 mg/L, mientras que en agua con salinidades altas es de 75 a 120 mg/L (Boyd, 2023). El agua posee un conjunto de bases como el hidróxido, amonio, borato, fosfato, silicato y carbonato, las cuáles aportan a la concentración total de la alcalinidad en menor proporción, ya que la predominancia corresponde a la base de iones de bicarbonato expresada en mg/L. La alcalinidad es el mejor amortiguador a los cambios bruscos de pH, pues generalmente por efectos de la respiración y fotosíntesis el pH a primeras horas de la mañana disminuye y a partir del mediodía aumenta como se describe en la figura 5 (Arana, 2006).

### **Figura 5**

*Comportamiento del pH con respecto al tiempo*



*Nota.* Adaptado de *Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón*, (p.1-29), Auburn University, por Boyd (2023).

## **Nitrógeno y fósforo**

Los minerales nitrógeno y fósforo son la fuente principal de alimento para el crecimiento de fitoplancton pues de lo contrario una deficiencia de los mismo provocaría aguas claras en donde el alimento para el camarón no sería aprovechable, a su vez un exceso podría provocar

bajones de oxígeno durante la noche. El amonio, nitritos y nitrógeno orgánico llegan en el agua, suelo (nitrógeno orgánico) y la fijación de nitrógeno atmosférico mediante diferentes procesos biológicos de bacterias descomponedores. Sin embargo, en el caso del fósforo ingresa al agua en forma de fosfato orgánico disuelto y materia orgánica, se acumula principalmente en el suelo como fosfato de hierro, aluminio o de calcio siendo poco solubles, razón por la cual no están disponibles para organismos del estanque. Por lo tanto, las principales fuentes de nitrógeno y fósforo son provenientes del alimento y la fertilización (Prangnell *et al.*, 2019).

### **Metabolitos tóxicos**

En el medio acuático el principal metabolito tóxico que puede ser letal para el camarón es el amonio este se presenta en dos formas: en amonio no ionizado ( $\text{NH}_3$ ), puede ser el más perjudicial debido a que se ve influenciado por el incremento principalmente de pH y temperatura (menor efecto sobre niveles de  $\text{NH}_3$ ), mientras que el comportamiento de amonio ( $\text{NH}_4$ ), tiene una elevación no tan perjudicial (Boyd, 2023).

Por lo tanto, el realizar análisis de calidad de agua el punto crítico o rango máximo de niveles de amonio es de 0,1 mg /L, en donde lo ideal es que siempre se mantenga por debajo del rango, factores adicionales que influyen en el incremento del amonio es una sobrealimentación o el uso de fertilizantes con fuentes de amonio (Arana, 2006).

### **Suelo**

Es el sustrato de nutrientes ideales para el desarrollo de diferentes organismos que forman parte de la dieta alimenticia de los camarones, en cuanto a la textura los aspectos importantes son un contenido de arcilla en un rango del 20% a 50 % y un máximo de 4% de materia orgánica ya que ambos son altamente reactivos, además el pH adecuado es de 7 a 8, cuando existen suelos ácidos generalmente se realizan encalados, consideraciones importantes para un buen manejo (Boyd, 2023).

## **Vibriosis**

La principal enfermedad es la vibriosis que son bacterias patógenas extracelulares que se encuentran en el medio acuático y flora intestinal del camarón al igual que otros crustáceos y peces, se encuentran clasificadas según su morfología y su pared celular, tienen forma de bacilos con un flagelo y una dimensión de 2 a 3  $\mu\text{m}$  (Reyes, 2021).

## **Especies**

En la actualidad existe diferentes tipos de vibrios, sin embargo, el más perjudicial en el camarón es el *V. parahaemolyticus*, el cual es una bacteria Gram negativa que se desarrolla en condiciones óptimas en ambientes marinos de alta salinidad, esta bacteria posee un plásmido denominado pVA, cuya función es codificar dos toxinas: la primera es PirA la cual sola, no es tóxica para el camarón, sino por el contrario tiene un efecto inmunoestimulante y contribuye a disminuir el efecto tóxico del Vibrio, pero junto a la toxina PirB produce la enfermedad conocida como necrosis hepatopancreática aguda (AHPND) (Barrantes, 2023). *V. vulnificus* se desarrolla en ecosistemas salinos y a una temperatura de 20° Celsius (Zavala *et al.*, 2005). *V. alginolyticus* al igual que el *V. parahaemolyticus* es una bacteria Gram negativa con forma de bacilo corto, curvo o recto. Sembrado en agar TCBS se observan como colonias de 2 a 4 mm de diámetro de un aspecto amarillento. Logra su movilidad a través de flagelos peritricos y polares. Su medio de desarrollo en ecosistemas salados a temperaturas de 17° C, además que junto al *V. vulnificus* a altas cargas pueden llegar a ser letales (Zavala *et al.*, 2005).

## **Transmisión**

La transmisión puede ser horizontal o vertical, si bien es cierto, la primera barrera de protección es el exoesqueleto, una vez que esta es atravesada mediante heridas provocadas en su cutícula, estas se convierten en la primera entrada de microorganismos infecciosos. Se presume que la vía principal de contagio es mediante los detritos, alimento o agua que ingresan al organismo. Una vez dentro del organismo llega al estómago en donde realiza su colonización, para pasar al hepatopáncreas (Hp), lugar en el cual libera su toxina binaria Pir A y

B, provocando afecciones como túbulos vacíos, melanizados, necrosis, entre otros llegando hasta un grado de severidad cuatro en donde la mortalidad es alta. (Morales *et al.*, 2014).

### **Sistema inmune del camarón**

El camarón es un crustáceo que no posee una memoria inmunológica, a diferencia de los vertebrados que son más evolucionados al tener un sistema inmune adaptativo. En este sentido, los mecanismos de defensa del camarón pueden ser respuestas humorales o celulares que trabajan en conjunto para combatir las infecciones causadas por bacterias Gram negativas, Gram positivas, hongos y virus entre otros factores (Morales *et al.*, 2014).

**Respuesta Humoral.** En la respuesta humoral se involucra la formación y liberación de moléculas solubles, las mismas que intervienen en el reconocimiento y marcación de microorganismos infecciosos para la posterior eliminación de células extrañas del organismo (Medina, 2018).

**Mecanismos hemostáticos.** Se basa en la coagulación de la hemolinfa, en las que participan las proteínas de coagulación que son: transglutaminasa (TG) y las trombospondinas (forman parte del plasma), las mismas que forman una costra y generan una constricción vascular evitando así la pérdida de hemolinfa (Martín *et al.*, 2022).

**Lectinas.** Son proteínas que intervienen en la activación de la fagocitosis, pues estas pueden juntarse de manera específica a carbohidratos de la superficie de distintas células de los patógenos. Además, presentan una actividad antimicrobiana para algunas especies de *Vibrio* (Morales *et al.*, 2014).

**Péptidos antimicrobianos (AMPs).** Intervienen dentro de la primera línea de defensa contra microorganismos patógenos que buscan colonizar al organismo, se subdividen en tres familias de moléculas que provienen de proteínas: crustinas, peneidinas y factores lipopolisacáridos. Son los encargados de regular la expresión de los diferentes péptidos antimicrobianos mediante la activación de AMPs, y se da por dos vías principales de señalización: vía Toll y Imd (Martín *et al.*, 2022).

**Peroxinectinas.** La función principal que cumplen las peroxinectinas es la encapsulación de microorganismos patógenos, es decir, está presente en procesos realizados por el sistema inmunológico del camarón y otros crustáceos (Martín *et al.*, 2022).

**Respuesta celular.** está dada por células especializadas denominadas hemocitos los cuales provienen de la hemolinfa, ocurre cuando los microorganismos patógenos atraviesan las barreras físicas de los crustáceos, estos son reconocidos y es el momento exacto donde se presenta la fagocitosis, cuya función es la eliminación de microorganismos infecciosos, aprisionando dichos patógenos en vacuolas fagocíticas o conocidos como fagosomas, en este punto se combinan con los lisosomas que son enzimas digestivas que comienzan con la descomposición a partículas más básicas (aminoácidos, carbohidratos y lípidos). La digestión ocurre una vez obtenidas partículas básicas, las cuales son aprovechadas por los mismos animales para la obtención de energía y finalmente ocurre la eliminación de los residuos presentes en los fagosomas (Martín *et al.*, 2022).

Cuando los patógenos no logran ser eliminados por mecanismo humorales, que generalmente por su gran tamaño que impide la fagocitosis, por lo tanto, interviene el siguiente proceso conocido como encapsulación en donde los hemocitos rodean la partícula hasta cubrirla en su totalidad y sucede el proceso llamado melanización (Rendón y Balcázar, 2003).

La coagulación es dada por la hemolinfa en animales invertebrados, evitando que ingresen patógenos al organismo. Este proceso es dado por la cascada proteolítica y se activa una vez recepta las señales del microorganismo patógeno, mediante los lipopolisacáridos (LPS) presentes en las paredes de las bacterias Gram negativas. La coagulación es dependiente de la enzima llamada transglutaminasa (TGasa) y las proteínas de coagulación (CP) intervienen en la gelificación del plasma (Morales *et al.*, 2014).

### **Identificación**

Mientras que a nivel macroscópico presenta un hepatopáncreas blanquecino y atrofiado, nado errático entre otros, provocando así mortalidades significativas en fases

larvarias y juveniles en la producción de camarón, es un presuntivo para bacterias Gram negativas. Estas bacterias pueden ser identificados mediante los medios de cultivos como TCBS y CHROMAGAR los cuáles son específicos para *Vibrio* (Morales *et al.*, 2014).

**Tabla 5**

*Composición de Vibrio ChromoSelect Agar*

<b>Ingredientes</b>	<b>Gramos/Litro</b>
Digerido péptico de tejido animal	10.0
Cloruro de sodio	25.0
Tiosulfato de sodio	5.0
Citrato de sodio	6.0
Colato de sodio	1.0
Mezcla cromogénica	5.5
Agar	15.0
pH final 8.5 +/- 0.2 a 25° C	

*Nota.* Adaptado de *Vibrio ChromoSelect Agar*, (1-2), US-Canadá por Millipore (2018).

## CAPITULO III

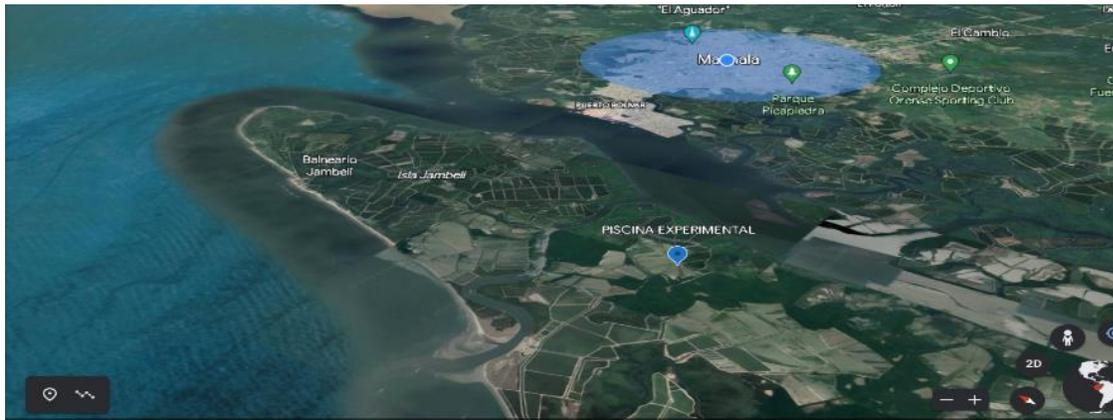
### METODOLOGÍA

#### Ubicación del área de investigación

La presente investigación se realizó en la empresa de AGRIMINGOLD S.A conocida como camaronera L'AQUILA, ubicada en la provincia del El Oro, cantón Santa Rosa, en el archipiélago de Jambelí. Al norte se encuentra el Estero Bravo, al sur el Estero Chivería, al este Estero Santa Rosa y al oeste estero de mar. A una latitud de  $3^{\circ}17'40.4''$  S, una longitud de  $80^{\circ}2'30''$  O. La camaronera consta de un total de 281 ha que se distribuyen en 154 ha divididas en 19 piscinas activas y 2 piscinas destinadas a investigación, reservorios y campamento, las 126 ha restantes corresponden al manglar y áreas protegidas.

#### Figura 6

*Ubicación del proyecto de investigación*



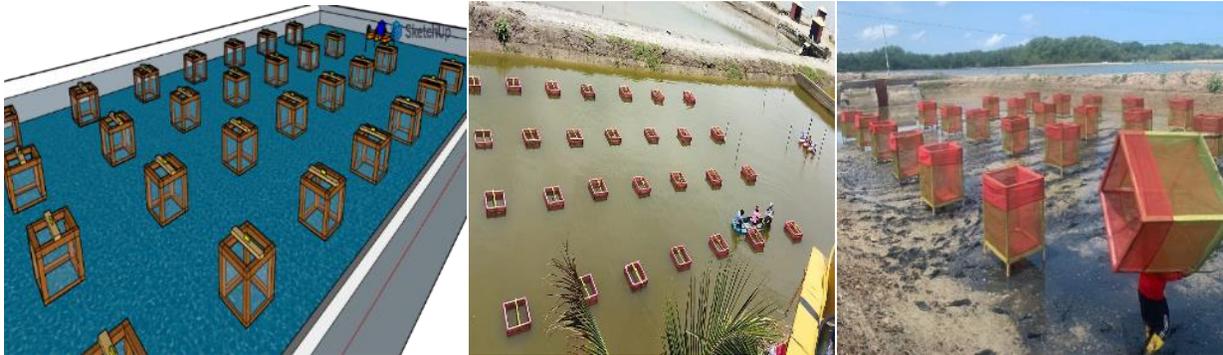
Nota. (Google maps, 2023).

#### Establecimiento del proyecto

Se utilizó una de las piscinas destinadas a la investigación, aquella que se encuentra cerca del área de laboratorio con el fin de tener las facilidades de la obtención de muestras la especie de investigación será *Litopennaeus vanamei* o conocido como camarón blanco.

## Figura 7

*Establecimiento del proyecto en piscina de camaronera*



Nota. Autoría propia.

## Preparación de Jaulas y comedores

Primero se ocuparon jaulas de madera de 1 m<sup>2</sup> de área y 1.5 m de altura, se las forró con malla verde (cuadro de 2 mm) con ayuda de grapas de madera. Previamente se procedió a tejer la malla roja a las mismas dimensiones de las jaulas, para luego colocarlas dentro de las mismas, las cuáles fueron unidas con la ayuda de piola en las cuatro esquinas del cuadrante inferior de la jaula. El objetivo de dicho proceso es que el uso de la malla roja (500 micras) al ser más reducido evitará que la larva la atraviese y salga de las jaulas, por lo tanto, se retiró la malla roja cuando los organismos alcanzaron los 0,5 g.

## Figura 8

*Implementación y construcción de jaulas (unidades experimentales)*



Nota. Autoría propia.

Los comederos se elaboraron mediante el uso de manguera de forma circular en donde, se introdujo arena con el fin de que este pueda hundirse. Los platos de alimentación tuvieron 20 cm de diámetro, forrados con malla de 250 micras evitando que el alimento las atravesase, y así evitar el desperdicio del mismo.

### **Figura 9**

*Elaboración e incorporación de comederos*



*Nota. Autoría propia.*

### ***Limpieza y Desinfección***

Primero se realizó un lavado de la piscina para posteriormente efectuar un sellado de la compuerta de salida. Se la dejó secar al menos por tres días con el fin de eliminar competidores y se logre su autobioremediación. Ahora bien, se continuó con la aplicación de probióticos biorremediadores del suelo, además se incorporó las jaulas según el diseño experimental establecido, luego se llenó la piscina y finalmente se realizó una fertilización al agua.

### ***Traslado de larvas***

La investigación inició con la fase pre-cria, en el laboratorio de larva previo a la cosecha los individuos pasaron por un proceso de adaptación, es decir, a las mismas condiciones de camaronera (salinidad 25 ppt y una temperatura de 27° Celsius), evitando de esta manera el menor estrés posible.

Ahora bien, para el proyecto se empleó larvas del laboratorio ubicado en península de Santa Elena, se contaron 200 larvas con la ayuda de un gotero de plástico, fueron colocadas

en fundas de alta densidad en un volumen de 1 litro de agua y se trasladaron a la camaronera para la ejecución de la investigación.

### Figura 10

*Traslado y siembra de larvas*



Nota. Autoría propia.

### **Preparación de alimento**

El proceso de adición del producto de algas Phycovax en el alimento, se lo realizó mediante el cálculo porcentual de alga según indica cada tratamiento, mientras que el alimento balanceado se basó a la demanda de alimento que requirió el animal.

**Tabla 6**

*Tabla nutricional del alimento balanceado*

<b>Alimento Balanceado</b>				
<b>Partícula</b>	<b>Proteína</b>	<b>Grasa</b>	<b>Fibra</b>	<b>Humedad</b>
0.8 mm	42 %	8 %	2.5 %	12 %
1.2 mm	35 %	8 %	2.5 %	12 %
2.0 mm	35 %	7 %	2.5 %	12 %

Nota. Autoría propia.

En este sentido una vez realizado los cálculos se procedió a pesar el alimento balanceado y el alga según corresponda cada tratamiento (3%, 4% y 5%), para su posterior adición se usó un aglutinante para alimento balanceado (pegalasa) relación 1:1:20, es decir, un litro de aglutinante y agua por cada 20 kg de alimento balanceado, ya preparada la mezcla se colocó en un atomizador y se inició con la mezcla en bandejas de papel aluminio para mejorar

el proceso de adición. La frecuencia de alimentación fue 6 veces al día desde las 8 am hasta las 8 pm, contó con aireación mecánica continua y una renovación del 2% al día.

### **Figura 11**

*Preparación de alimento*



*Nota. Autoría propia.*

### **Variables a medir**

Se realizó un seguimiento semanal para valorar parámetros morfométricos y productivos.

### **Figura 12**

*Proceso de muestreo semanal*



*Nota. Autoría propia.*

### **Parámetros productivos**

Se cumplió un seguimiento los días sábados para valorar parámetros morfométricos y productivos, es decir, el peso y la longitud con el fin de obtener el factor de conversión alimenticia (FCA), ganancia de peso y biomasa. Al finalizar la prueba se logró obtener el porcentaje de supervivencia para cada tratamiento.

**Promedio peso semanal**

$$\frac{\text{peso corporal total organismos}}{\text{número total de organismo muestreados}}$$

**Ganancia de Peso semanal (GP)**

$$\frac{\text{peso corporal final} - \text{peso corporal inicial}}{\text{días del experimento}} \times 7$$

**Eficiencia Alimenticia (EA)**

$$\frac{\text{peso ganado}}{\text{alimento ingerido}} \times 100$$

**Conversión alimenticia (FCA)**

$$\frac{\text{consumo total de alimento seco}}{\text{peso corporal final} - \text{peso corporal inicial}}$$

**Biomasa**

$$N^{\circ} \text{ de individuos} \times \text{peso por individuo}$$

**Supervivencia**

$$\frac{\text{población final}}{\text{población inicial}} \times 100$$

**Tasa de crecimiento específico (TCE)**

$$\frac{\ln(Pf) - \ln(Pi)}{t} \times 100$$

### **Parámetros físico-químicos**

Previamente a la desinfección se recolectaron muestras de suelo de la piscina para análisis y poder realizar las correcciones del mismo. Antes y durante la prueba experimental se valoraron los parámetros como son: salinidad, pH y Oxígeno diariamente a partir de las 8 am y 8 pm con la ayuda de los equipos necesarios.

#### **Figura 13**

*Medición de parámetros (oxígeno, temperatura y salinidad)*



*Nota. Autoría propia.*

Además, en cada muestreo semanal por tratamiento se realizó análisis de calidad de agua, determinando los parámetros alcalinidad, amonio y adicionalmente se realizó un conteo de microalgas, mediante la fórmula (Arredondo y Voltolina, 2007).

$$C=N \times 10^4 \times FD$$

C= Células / mL

N= Promedio de células presentes

$10^4$  = Factor de conversión de 0,1  $\mu$ L a 1 mL

FD= Factor de dilución

## Figura 14

*Toma de muestras y cuantificación de microalgas*



*Nota. Autoría propia.*

## Figura 15

*Análisis de calidad de agua*



*Nota. Autoría propia.*

En el caso de la bacteriología del agua y suelo, se ocupó el agar CHROMAGAR específico para *Vibrio*, pues para su preparación se siguió el protocolo del mismo. Una vez tomadas las muestras de agua y suelo, se sembró un volumen de 100  $\mu\text{L}$ , con la ayuda del asa Digralski se realizó un barrido por toda la placa hasta que está se seque, para posteriormente ser colocadas en incubadoras caseras a una temperatura de 30 a 35  $^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas (I. Arana *et al.*, 2023).

Además, a lo largo de la investigación se realizaron diluciones seriadas 1/10, 1/100 y 1/1000, el conteo de colonias se lo realizó mediante el uso de un contador digital con el fin de determinar la concentración de UFC de la muestra con el uso de la siguiente fórmula (I. Arana *et al.*, 2023).

$$n \frac{UFC}{g} = \frac{N^{\circ} \text{ de colonias}}{\text{Volumen sembrado} * \text{disolución utilizada}}$$

**Figura 16**

*Preparación de agar, siembra de suelo y agua y conteo de colonias*



Nota. Autoría propia.

### **Diseño experimental**

Se evaluaron dos de los productos de Phycovax en la que el tratamiento uno (T1) ha sido denominado como producto A, el cual corresponde al alga Phycovax y el segundo tratamiento (T2) corresponde al producto B, es decir, mix de algas ambos fueron evaluados a diferentes concentraciones del 3%, 4% y 5%, adicionados en el alimento. Además, del testigo, dicho de otro modo, el alimento balaceado comercial sin ningún tipo de adición de algas.

Siendo un total de seis tratamientos más el testigo, cada uno con cuatro repeticiones, dando un total de 28 unidades experimentales. En cada jaula se sembraron 200 animales de los cuáles el n muestral es de 10 organismo los cuáles fueron destinados para los correspondientes análisis, llegando así a una densidad de 150 camarones/ m<sup>2</sup>.

**Tabla 7**

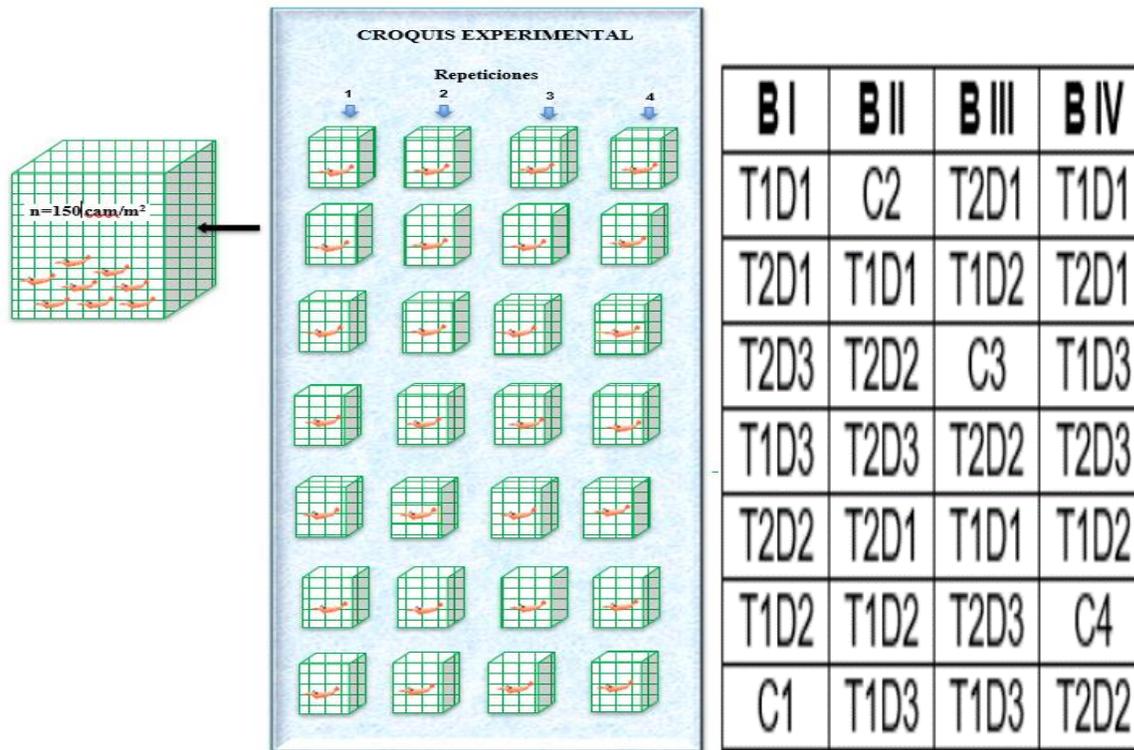
*Descripción de tratamientos del proyecto investigativo*

Descripción de Tratamientos	Concentraciones	
Alga Phycovax (Feed 2)	T 1.1	3%
	T 1.2	4%
	T 1.3	5%
Mix Algas Silvestres Phycovax	T 1.1	3%
	T 1.2	4%
	T 1.3	5%
Control (Alimento balanceado sin alga)	C	0%

*Nota.* Autoría propia.

**Figura 17**

*Diseño del croquis experimental*



*Nota.* Autoría propia.

La investigación se estableció bajo un diseño de bloques completamente al azar DBCA con arreglo bifactorial 2x3 más un testigo con cuatro repeticiones como se observa en la figura mediante el siguiente modelo lineal (Gutiérrez y De la Vara Salazar, 2008).

$$Y_{ijk} = \mu + Q_i + A_j + B_k + AB_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$i= 1,2$  tipo de alga adicionada al alimento balanceado

$j= 1,2,3$  niveles de concentración de adición de alga

$k= 1,2,3,4$  repeticiones

$Y_{ijk}$ = valor estimado de la variable

$\mu$  = media general

$Q_i$  = efecto  $i$ -ésimo bloque

$A_j$  = efecto  $j$ -ésimo factor del tipo de alimento

$B_k$  = efecto  $k$ -ésimo factor niveles de concentración

$AB_{jk}$ = efecto  $jk$ -ésimo interacción del tipo alimento x concentraciones

$\epsilon_{ijk}$ = error experimental

### **Análisis estadísticos**

Para realizar el análisis de variables se aplicó estadística descriptiva en donde se determinó medidas como media, desviación estándar y error estándar de la media. Para las variables longitud y biomasa se aplicó una transformación de datos empleando Ln y rangos respectivamente, se realizó un análisis de varianza ANOVA para un DBCA bifactorial y pruebas de comparación múltiple de Tukey o LSD de Fisher con un nivel de confianza del 95% con el fin de hallar diferencias significativas entre tratamientos.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

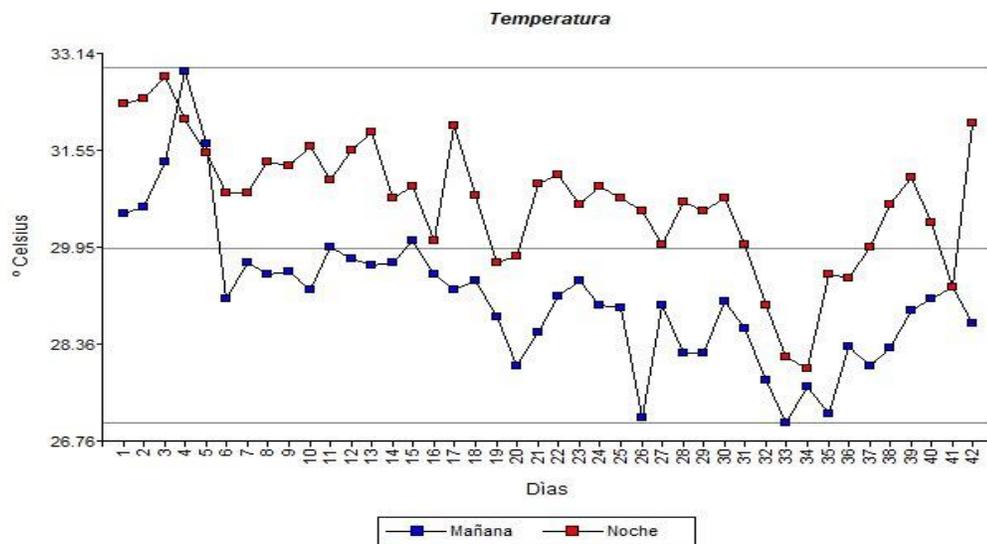
#### Parámetros físico químicos

##### Temperatura

Durante la ejecución de la investigación la temperatura presentó diferentes fluctuaciones, en donde se determinó una temperatura mínima de 27,05° C, una media de 29,92 °C y una máxima de 32,9 °C, (reflejadas en la figura 1) temperatura ideal para el desarrollo de los diferentes organismos evaluados.

#### Figura 18

Temperatura promedio durante la mañana y la noche



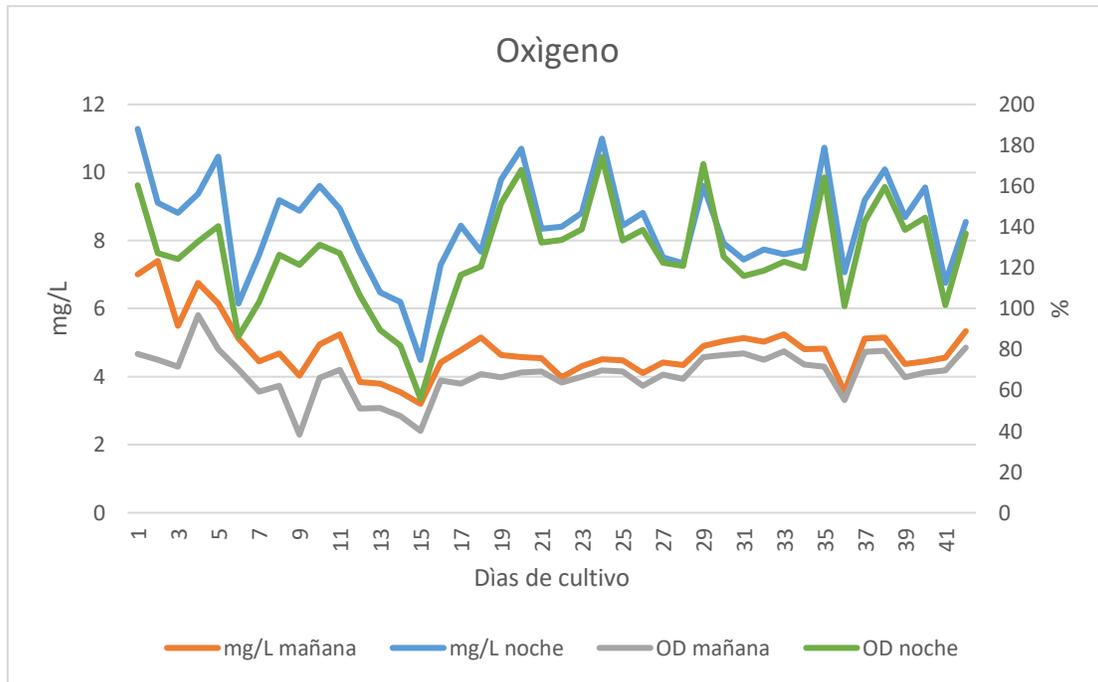
Nota. Autoría propia.

##### Oxígeno Disuelto

El comportamiento del oxígeno al tener aireación mecánica, al igual que la temperatura se mantuvo dentro del rango ideal para el desarrollo del camarón, un oxígeno promedio durante el día de 4,73 mg/L con porcentaje de oxígeno disuelto del 67,07 % y la noche con un valor de 8,45 mg/L y 126,56 %, en donde se puede observar que el oxígeno no fue un limitante para el buen crecimiento de los organismos.

**Figura 19**

Valor promedio de oxígeno durante el día y la noche



Nota. Autoría propia.

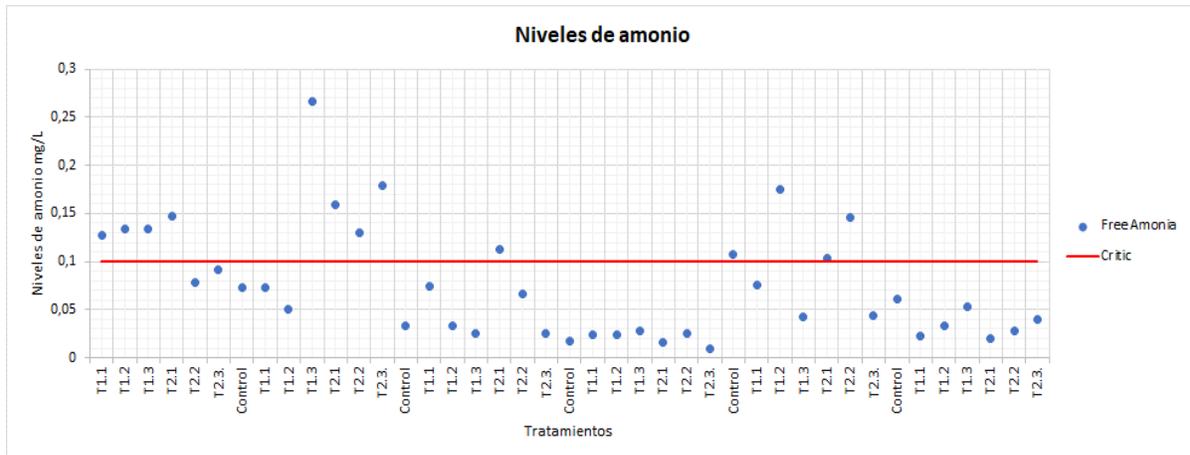
## Análisis de calidad de Agua

### Niveles de amonio

Las altas concentraciones de amonio se ven ligados directamente al incremento principalmente del pH y en menor proporción de la temperatura, en base a lo mencionado, a lo largo de la investigación durante los seis muestreos, se pudo observar que el pH se presentó de manera constante con un promedio de  $7,98 \pm 0,33$ . La temperatura presentó ciertas fluctuaciones, en las que se pudo observar que a medida que dicho parámetro se incrementa los niveles de amonio del mismo modo aumentan, por lo tanto, los tratamientos que resultaron más afectados fueron durante el primer muestreo, aquellos que corresponden a la siguiente nomenclatura T1.1, T1.2, T1.3, T2.1 y control, excediendo el rango tolerable de amonio que es 0,1 mg/L en camarón, mientras que al finalizar, los niveles de amonio disminuyeron manteniéndose al rango (menor a 0.1mg/L).

**Figura 20**

*Niveles de amonio por cada tratamiento*



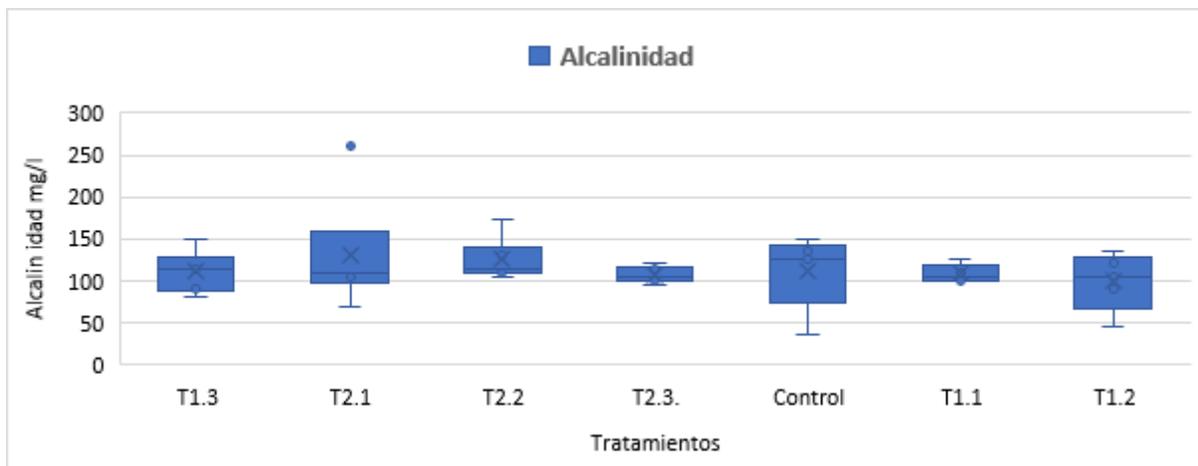
Nota. Autoría propia.

### **Alcalinidad**

Durante los 42 días experimentales la alcalinidad se encontró dentro de los rangos establecidos que es 120-200 mg CaCO<sub>3</sub>/L, pese a que ciertas unidades experimentales en ciertos muestreos han presentados valores inferiores al rango establecido como es el tratamiento control y T1.2 con valores de 35 y 45 mg CaCO<sub>3</sub>/L respectivamente como se describe en la imagen.

**Figura 21**

*Comportamiento alcalinidad por tratamiento*



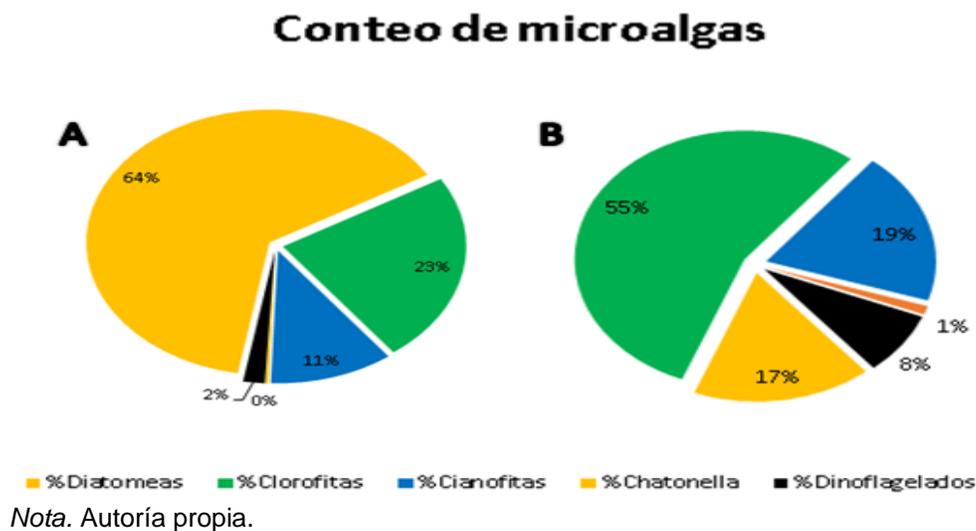
Nota. Autoría propia.

## Cuantificación de microalgas

En la figura 22 se puede observar los diferentes porcentajes por cada tratamiento de fito y zooplancton, sin embargo, se evidencia una alta presencia de diatomeas con un valor promedio de 63,51 %, chloropytas 23,74%, cyanophytas 10,58%, chattonellas 0,30% y dinoflagelados 1,58 %, a excepción del último muestreo en donde la mayor incidencia de crecimiento fue para las chloropytas con un valor de 56,35% seguido de chloropytas, diatomeas, dinoflagelados y chattonellas 17,82%, 17,12%, 7,51% y 1,19 % respectivamente, pues la misma tendencia se observó en todos los tratamientos.

### Figura 22

Porcentaje de algas, A) conteos de las microalgas durante el desarrollo de la investigación, B) Conteo de microalgas del último muestreo (42 días de cultivo)

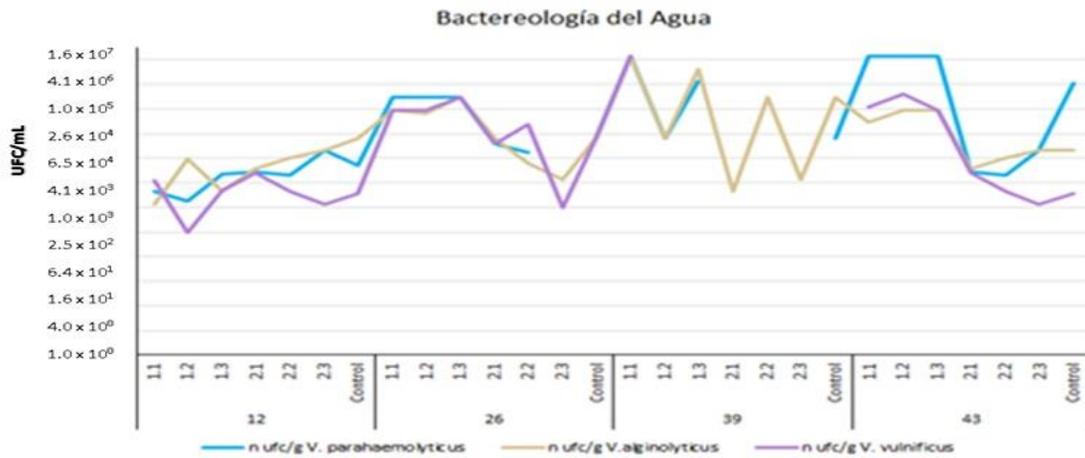


## Bacteriología de agua y suelo

En general, la presencia de *Vibrio* fue bastante elevada durante el período investigativo a nivel de agua principalmente de *V. parahemolyticus* con un valor promedio de  $8,20 \times 10^6$  seguido de *V. alginolyticus* y *V. vulnificus* con un promedio de  $3,53 \times 10^6$  y  $2,69 \times 10^6$  UFC/mL respectivamente, aunque inicio con una carga no perjudicial, es decir, valores  $\leq 10^4$ .

**Figura 23**

Niveles de crecimiento de las tres especies de *Vibrio* en el agua

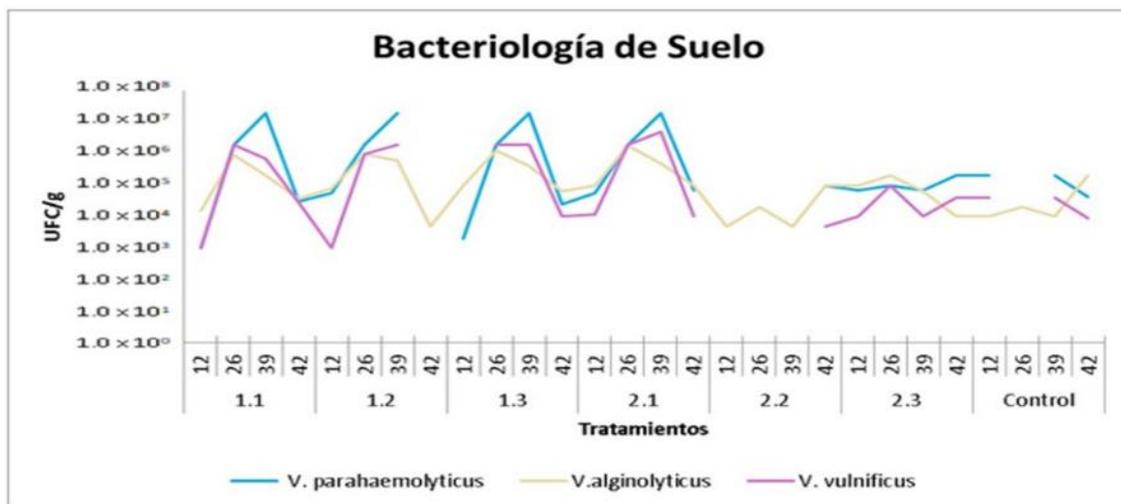


Nota. Autoría propia.

A nivel de suelo la carga bacteriana en general se mantuvo dentro del rango con valores promedio de  $7,65 \times 10^4$ ,  $7,60 \times 10^4$  y  $5,03 \times 10^4$  UFC/g para *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus* y *V. vulnificus* respectivamente. Pese a que únicamente durante el segundo y tercer muestreo se evidencia un incremento, llegando a un exponencial de hasta  $10^7$  en las tres especies de *Vibrio*.

**Figura 24**

Niveles de crecimiento de las tres especies de *Vibrio* en el suelo



Nota. Autoría propia.

## Parámetros productivos

### **Peso promedio**

El crecimiento de los organismos cultivados en jaulas durante 42 días, reflejaron que, dentro de los parámetros productivos, los pesos promedios entre tratamientos no fueron estadísticamente diferentes ( $p > 0,999$ ). La media final del peso se encuentra en un rango a partir de  $6.96 \pm 0.53$  g, siendo el valor mínimo del tratamiento con adición del 4 % correspondiente al mix de algas Phycovax denominado producto B (T2D2), y el valor máximo con un peso de  $8.06 \pm 0.72$  g correspondiente al tratamiento con adición de 4% de alga Phycovax denominado como producto A (T1D2) (producto A 4%).

**Tabla 8**

*Promedio  $\pm$  desviación estándar del peso de durante 42 días de cultivo *Litopenaeus vannamei**

Días	T1D1 3%	T1D2 4%	T1D3 5%	T2D1 3%	T2D2 4%	T2D3 5%	Control
7	$0.13 \pm 0.01$	$0.16 \pm 0.02$	$0.16 \pm 0.01$	$0.16 \pm 0.01$	$0.18 \pm 0.02$	$0.17 \pm 0.04$	$0.16 \pm 0.02$
14	$0.85 \pm 0.17$	$0.79 \pm 0.17$	$0.79 \pm 0.09$	$0.75 \pm 0.13$	$0.69 \pm 0.06$	$0.82 \pm 0.16$	$0.78 \pm 0.17$
21	$2.52 \pm 0.22$	$2.41 \pm 0.24$	$2.88 \pm 0.27$	$2.17 \pm 0.49$	$2.20 \pm 0.33$	$2.43 \pm 0.20$	$2.18 \pm 0.47$
28	$4.79 \pm 0.58$	$4.75 \pm 0.47$	$4.24 \pm 0.14$	$4.94 \pm 0.47$	$4.82 \pm 0.91$	$4.95 \pm 0.64$	$4.99 \pm 0.64$
35	$7.25 \pm 0.88$	$7.64 \pm 0.31$	$6.14 \pm 0.34$	$6.70 \pm 1.50$	$6.37 \pm 0.48$	$6.96 \pm 0.66$	$6.73 \pm 1.18$
42	$7.12 \pm 1.87$	$8.06 \pm 0.72$	$7.34 \pm 0.22$	$7.56 \pm 1.47$	$6.96 \pm 0.53$	$7.23 \pm 0.28$	$7.88 \pm 1.80$

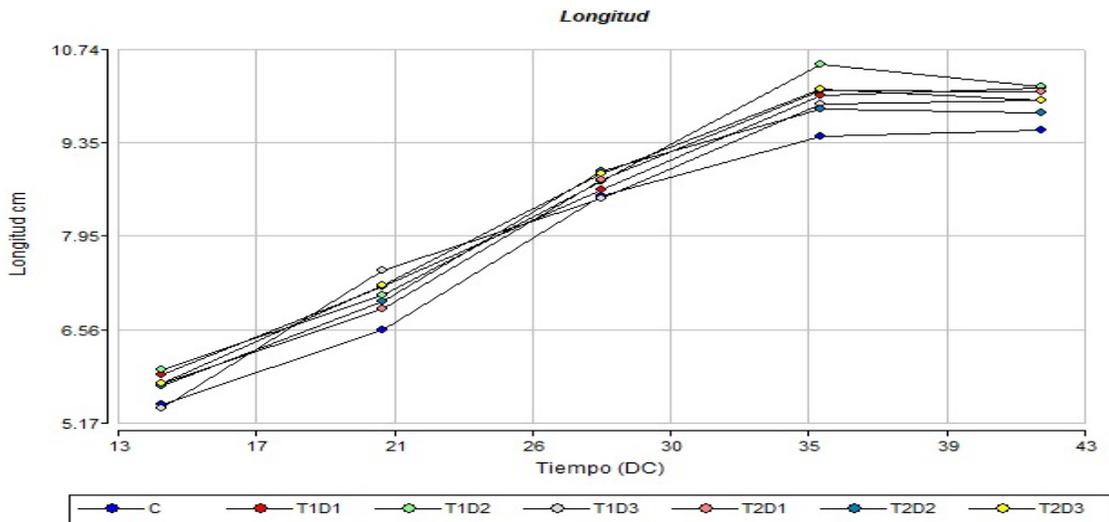
*Nota.* Autoría propia.

### **Longitud total**

El uso de algas Phycovax incrementó la longitud total sobre camarones evidenciándose diferencias significativas entre tratamiento ( $F=2,36$ ;  $p < 0,0328$ ). El tratamiento T1D1 presentó la mejor longitud total con un valor de  $7,37 \pm 3,50$  cm, a diferencia del tratamiento control que con  $6,97 \pm 3,14$  cm.

**Figura 25**

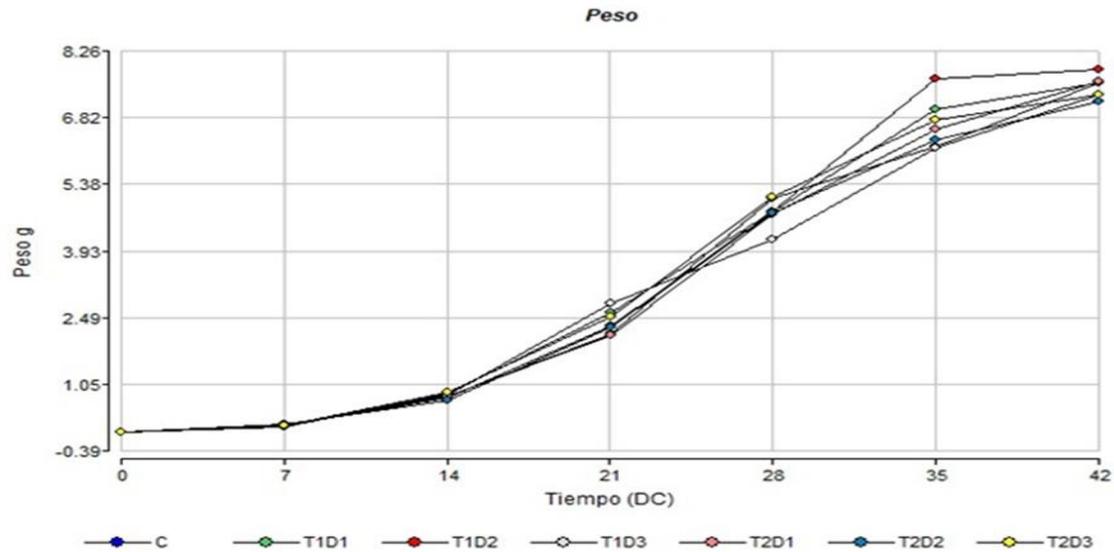
*Longitud total en cm de promedio por tratamiento durante los 42 días*



Nota. Autoría propia.

**Figura 26**

*Curva de peso promedio a los 42 días de cultivo de *Litopenaeus vannamei**



Nota. Autoría propia.

Sin embargo, en la figura 26 se puede observar que al día 35 el tratamiento T1D2, con respecto a la variable peso se incrementa con un valor de  $7,64 \pm 0.88$  g manteniéndose superior a los otros tratamientos hasta el final de la investigación.

## **Biomasa**

Una vez finalizada la investigación la variable biomasa mostró diferencias significativas entre tratamientos ( $F=3,07$ ;  $p < 0,0337$ ). Sin embargo, el tratamiento T1D1 presentó la biomasa proyectada más alta con un valor promedio de  $7025.45 \pm 1162.03$  Kg/ha, mientras que la biomasa proyectada más baja fue para el tratamiento T2D3 con una media de  $4720.13 \pm 1501.81$  kg/ha.

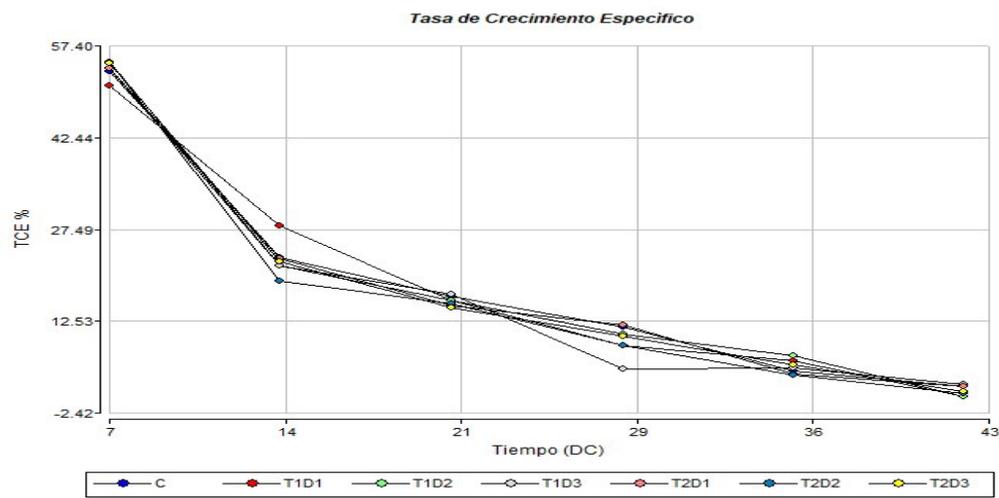
En cuanto al tipo de alga se encontró diferencias significativas ( $F=6,92$ ;  $p < 0,0055$ ), en donde el tratamiento de alga Phycovax denominada producto A y control presentaron la mejor biomasa proyectada con una media de  $6599.99 \pm 835.55$  y  $6966.30 \pm 1273.31$  kg/ha respectivamente a diferencia del mix de algas Phycovax producto B con una media de  $5035.31 \pm 1394.28$  kg/ha.

## **Tasa de crecimiento específica**

El porcentaje de crecimiento específico (TCE) no presentó diferencias significativas ( $p > 0,507$ ), sin embargo, la tasa más alta TCE fue para el tratamiento T1D2 con el 18,30 %/día, mientras que la TCE más baja fue para el tratamiento T1D1 (17,93 %/día).

### **Figura 27**

*Tasa de crecimiento específico durante los 42 días de cultivo*



Nota. Autoría propia.

### **Ganancia de peso**

En la tabla 1 se puede observar que la mejor ganancia de peso es para el tratamiento T1D2 con una media de  $1.34 \pm 0.12$  g, mientras que la mejor ganancia de peso fue para el tratamiento T2D2  $1.16 \pm 0.09$  g, pese a que desde la perspectiva estadística no se evidencia diferencias ( $F=0,91$ ;  $p>0,509$ ).

### **Eficiencia Alimenticia**

La mayor eficiencia alimenticia fue del tratamiento T1D1 con un valor promedio de  $88,43 \pm 16,64$  % con respecto al control y el resto de tratamiento sin evidenciarse diferencias estadísticas ( $p> 0,667$ ).

### **Factor de Conversión Alimenticia**

Los factores de conversión alimenticia de los tratamientos evaluados fueron similares ( $F=1,62$ ;  $p>0,203$ ), sin embargo, desde el punto de vista productivo y económico el mejor factor de conversión alimenticia fue de  $1,16 \pm 0.22$  del tratamiento T1D1 y el tratamiento control, mientras que el FCA menos eficiente fue para el tratamiento T2D2 con un valor de  $1,91 \pm 0.94$ .

### **Tabla 9**

*Promedio  $\pm$  desviación estándar de ganancia de peso g, biomasa kg/ha y FCA por tratamiento a los 42 días de cultivo*

<b>Tratamientos</b>	<b>Ganancia de peso</b>	<b>Biomasa</b>	<b>FCA</b>
Control	$1.31 \pm 0.30$	$6966.30 \pm 1273.31$ bc	$1.16 \pm 0.19$
T1D1	$1.31 \pm 0.12$	$7020.45 \pm 1162.03$ c	$1.16 \pm 0.22$
T1D2	$1.34 \pm 0.12$	$6123.00 \pm 308.28$ abc	$1.30 \pm 0.07$
T1D3	$1.22 \pm 0.04$	$6675.37 \pm 711.01$ bc	$1.20 \pm 0.14$
T2D1	$1.26 \pm 0.24$	$5515.95 \pm 692.40$ ab	$1.46 \pm 0.18$
T2D2	$1.16 \pm 0.09$	$4869.85 \pm 1978.69$ ab	$1.91 \pm 0.94$
T2D3	$1.21 \pm 0.05$	$4720.13 \pm 1501.81$ a	$1.87 \pm 0.80$

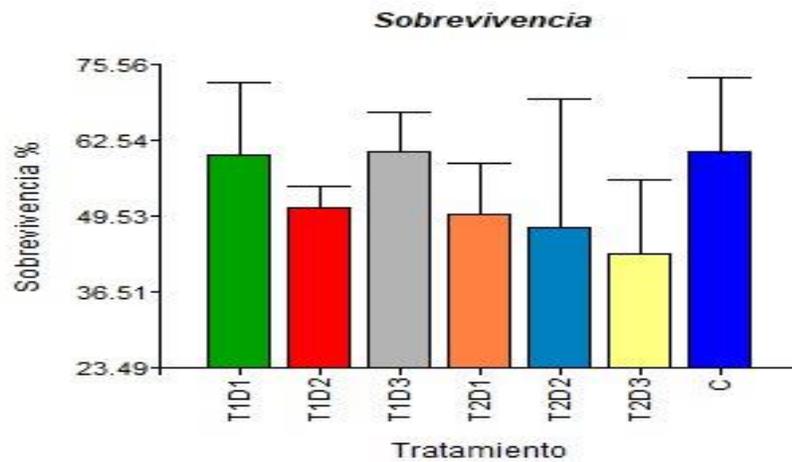
*Nota.* Medias en las mismas columnas con una letra en común no difieren estadísticamente (LSD Fisher;  $p > 0,05$ ). Autoría propia.

## Supervivencia

Los tratamientos evaluados con respecto a la *supervivencia* estadísticamente no presentaron diferencias ( $F=1,20$ ;  $p>0,3484$ ). Sin embargo, se puede observar que el mejor tratamiento fue para la unidad experimental T1.1.4 con un valor de 70,7 % de *supervivencia*. Sin embargo, la mejor *supervivencia* por tratamiento con un porcentaje de 60,67 % del tratamiento T1D3 con adición del 5% del producto A.

### Figura 28

*Porcentaje de supervivencia por tratamiento*



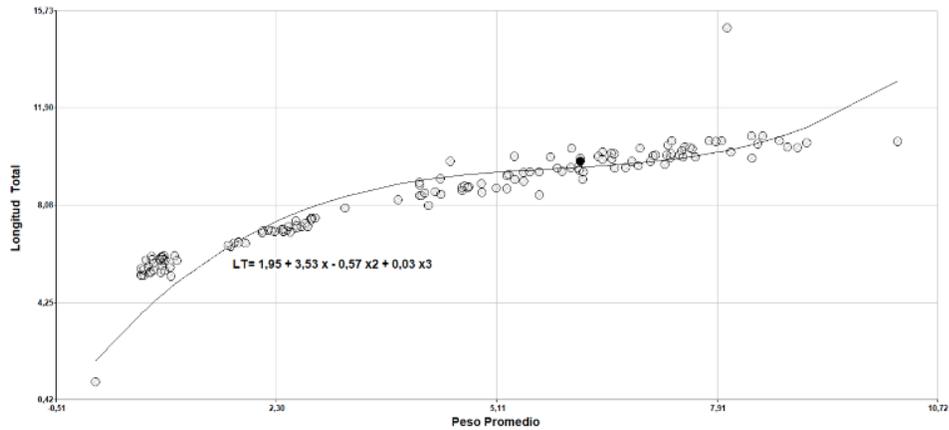
Nota. Autoría propia.

## Relación de variables morfométricas y productivos

En el caso de las variables morfométricas obtenidas en la investigación el peso promedio (X) y longitud total (LT) se relacionaron mediante el modelo de regresión lineal de tercer orden  $LT = 1,95 + 3,53x - 0,57x^2 + 0,03x^3$  ( $R=0,89$ ;  $p < 0,0001$ ).

**Figura 29**

*Relación entre longitud total y peso promedio*



*Nota.* Autoría propia.

El comportamiento de las variables biomasa y *supervivencia* con respecto al factor de conversión alimenticia se evidenció correlaciones negativas con un valor de  $R=-0,92$  ( $p < 0,0001$ ) y  $R=-0,82$  ( $p < 0,0001$ ) respectivamente. Las variables *supervivencia* y biomasa presentó del mismo modo una correlación positiva ( $R=0,86$ ;  $p < 0,0001$ ).

En el caso de la ganancia de peso (GP) y tasa de crecimiento específico existe una correlación positiva perfecta con un valor de  $R= 1$  ( $p < 0,0001$ ), mientras que las mismas variables con respecto a las otras no presentaron correlaciones como se detalla en la tabla 8.

**Tabla 10**

*Correlaciones de Pearson para variables productivas*

	<b>Biomasa</b>	<b>Supervivencia</b>	<b>FCA</b>	<b>EA</b>	<b>GP</b>	<b>TCE</b>
Biomasa	1					
<i>Supervivencia</i>	0,86	1				
FCA	-0,92	-0,82	1			
EA	1	0,86	-0,92	1		
GP	ns	ns	ns	ns	1	
TCE	ns	ns	ns	ns	1	1

*Nota.* ns= correlaciones no significativas. Autoría propia.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN

#### **Parámetro Físico Químicos**

Una vez finalizada la investigación se encontró que los parámetros físico-químicos como temperatura, oxígeno, salinidad y pH se mantuvieron estables, pues la temperatura alcanzó un promedio de 29,92 °C, es decir, se encontraron dentro de los rangos permitidos, pues según Boyd (2023) afirma que la temperatura ideal está en el rango de 25 a 32 °C en donde el camarón tiene una mejor asimilación del alimento y buen desarrollo. El oxígeno disponible debe tener valores superiores a 3 mg/L, en el que se asegura un mejor crecimiento, por lo tanto, en la experimentación la variable oxígeno se mantuvo en un promedio durante el día de 4,73 mg/L (OD: 67,07 %) y la noche de 8,45 mg/L (OD: 126,56 %) (Boyd y Hanson, 2010). Así como los otros parámetros, en este caso la salinidad y pH no presentaron ningún riesgo para la salud de los organismos, sus valores se encontraron en un promedio de 28,23 ppt, valores adecuados para *L. vannamei*, ya que se han reportados ciertos problemas en su crecimiento cuando se ven sometidos a bajas salinidades. En el caso del pH la investigación presentó un valor de 8, el cual está dentro del rango (6 a 9) ideal para lograr un buen crecimiento, en este sentido cabe destacar que los parámetros físicos y químicos no interfirieron de manera negativa durante la evaluación de los organismos (Hernández, 2016).

#### **Compuestos nitrogenados**

Los niveles de amoníaco muy elevados son nocivos para los organismos acuáticos, además de producir eutrofización en el agua, la cantidad de amoníaco no ionizado NH<sub>3</sub> es letal, si el pH se eleva (8,5 a 9), este puede incrementar hasta un 40 % de amonio en comparación a pH 7 (Boyd , 2002).

Este comportamiento ha sido observado a lo largo de la experimentación, a medida que el pH aumenta (de 7,5 en adelante al igual que la temperatura), se incrementan los niveles de

amonio de cada tratamiento, superando así el rango tolerable de 0,1 mg/L de NH<sub>3</sub> tóxico, el cual limita el crecimiento y desarrollo del camarón.

Es importante considerar que ciertos tratamientos presentaron alcalinidades menores a los 120 mg/L, lo cual interfiere en el efecto tampón de amortiguación y aportada por el agua cuando posee alcalinidades elevadas (Boyd, 2023). Es decir, que estos mismos tratamientos presentaron pH básicos, por ende, un incremento de niveles de amonio y temperatura, entonces, al inicio de la investigación hubo tratamientos que estuvieron fuera de los valores recomendados para camarón (0,1mg/L), sin embargo, dichos valores fueron corregidos, con excepción del período final de la experimentación, debido a los infortunios presentados por el movimiento telúrico.

En el caso de fitoplancton, las microalgas ideales para el desarrollo de camarón principalmente en las etapas larvarias son las diatomeas como: *Thalassiosira* spp., *Nitzschia* spp., *Navicula* spp., *Isochrysis* spp., *Amphora* spp., *Achnantes* spp. (Rodríguez *et al.*, 2004), debido a su contenido de ácidos grasos como el omega 3, donde se destacan el ácido eicosa-pentaenóico (EPA), docosa-hexaenóico (DHA), alfa-linolénico (ALA), y el ácido linolénico (LA). Estos aceites esenciales activan las células inmunitarias del camarón y regulan la respuesta hacia el patógeno, mientras que los organismos de granja adaptadas a sistemas semi-intensivos, la principal fuente nutritiva es el alimento artificial, así como la influencia de microalgas en el sistema de cultivo del camarón. En este sentido, durante la experimentación hubo predominancia de diatomeas en el agua, con un valor promedio 63,51 %, a excepción del último muestreo, en donde las altas precipitaciones incidieron en el crecimiento de clorofitas con un 56,35 %. En estudios similares según Satanwat *et al.*, (2023), afirma que, dentro de la comunidad de microorganismos a nivel de agua, se detectó que la dominancia estuvo dada por la presencia de diatomeas, mientras que las concentraciones de clorofitas se incrementaron, cuando se elevó la ración alimenticia y afectando directamente los contenidos de nitrógeno y fósforo en el medio.

## **Bacteriología**

En cuanto al crecimiento de la bacteria Gram negativa Vibrio a lo largo de los días de cultivo, tanto en agua como suelo, su crecimiento fue dominante, especialmente con tres especies de Vibrio: *V. parahaemolyticus* ( $8,20 \times 10^6$ ;  $3,53 \times 10^6$ ), *V. alginolyticus* ( $2,69 \times 10^6$ ;  $6,5 \times 10^4$ ), y *V. vulnificus* ( $7,60 \times 10^4$ ;  $5,03 \times 10^4$  UFC/ mL). Según Pozo (2005), reporta que el rango tolerable de Vibrio en agua y suelo para camarón es hasta  $10^4$  UFC/mL o g. En los ambientes marinos el crecimiento de bacterias Gram negativas son predominantes con un 84,6% con respecto a las bacterias Gram positivas (15,4%) evidenciándose así la presencia de altas cargas bacterianas que afectan la salud de los organismos, especialmente en momentos de estrés (períodos de muda) lo que genera pérdidas y un decaimiento del sistema inmune innato de los individuos.

En otros estudios con especies reactivas a infección del camarón (*A. ventriosus*) presenta susceptibilidad contra *V. parahaemolyticus*, misma que genera altas mortalidad (80%) a una concentración letal de  $10^6$  UFC/mL a nivel de agua (Mendoza, 2019). El crecimiento de Vibrio dependerá de las condiciones ambientales, pues Suárez *et al.*, (2015) reporta que las muestras de agua y sedimentos en la salida de los estanques de camarón mantuvieron valores de  $2,7 \times 10^2$  UFC/mL y  $2,6 \times 10^6$  UFC/g, los cuales son elevados en referencia a muestras similares en otros sitios del estanque (entrada y centro). Cabe resaltar que en todos los casos el mayor crecimiento bacteriano se evidencia en sedimentos. El comportamiento bacteriano en el estudio de Suarez *et al.*, (2015) difiere con el presente estudio, en donde la mayor carga bacteriana se evidencia en el agua.

## **Parámetros Morfométricos**

El producto en base de algas marinas Phycovax, presentó un efecto positivo como promotor de crecimiento, pese a no presentar diferencias significativas en varios indicadores ( $p > 0,05$ ), sin embargo, debido al movimiento telúrico presentado la última semana de experimentación en campo, se evidenció la precipitación de detritos, lo cual ocasionó el

taponamiento e impedimento normal de la circulación del agua en el interior de las jaulas experimentales, dando como resultado la obstrucción branquial en juveniles y provocando mortalidad. Es decir, que los organismos fueron sometidos a un alto nivel de estrés, sin embargo, existió un buen crecimiento durante los 42 días de cultivo. Se obtuvo un peso promedio final de  $8.06 \pm 0.72$  g para el tratamiento con adición Phycovax al 4% (T1D2). De igual manera al día 35 el mismo tratamiento alcanza un peso  $7.64 \pm 0.31$  g, seguido de  $7.25 \pm 0.88$  g es decir el T1D1 (3%) del producto A. En estudios similares según Pakravan *et al.*, (2017), reporta que la incorporación de espirulina (microalga procariota), en sustitución de harina de pescado al 100 % en *Litopenaeus vannamei*, no detectó diferencias entre tratamientos, pero la ganancia de peso fue de  $3,40 \pm 0,19$  g, TCE  $1,71 \pm 0,04$  %/ día y un FCA  $2,06 \pm 0,02$  con respecto al tratamiento control (GP: 3,28 g; TCE: 1,62 %/ día y FCA: 2,27), datos que difieren a los obtenidos en ésta investigación, mismos que demuestran una mayor eficiencia en los indicadores productivos.

En el caso de variable longitud total todos los tratamientos con las microalgas Phycovax fueron superiores en comparación con el control  $p < 0,0328$ , pues el mejor valor promedio fue de  $7,37 \pm 3,50$  cm del tratamiento T1D1, mientras que el control tuvo valores de  $6,97 \pm 3,14$  cm. Cabe mencionar que el uso de algas en crustáceos también brindó resultados positivos en peces en etapas de levante, y esto coincide con la investigación realizada en *Oncorhynchus mikyss* suplementados con *Chlorella* sp en dietas balanceadas, a una dosis de 10 g/kg, en donde, presentaron la mejor longitud total de 12,64 cm en comparación al tratamiento control 11,42 cm (Albuja, 2021).

### **Parámetros productivos**

En cuanto a los parámetros productivos, al finalizar el experimento la inclusión de microalgas aportó de manera positiva al rendimiento del camarón. El factor de conversión alimenticia mantuvo un valor del  $1,16 \pm 0.22$  para el tratamiento T1D1, mientras que a los 35 días el mejor FCA fue para el tratamiento T1D3 con valor de  $0,93 \pm 0.05$ .

En estudios similares se observa la efectividad de las microalgas sobre el rendimiento del camarón *Litopenaeus vannamei* como aditivos alimenticios, en donde los tratamientos con *N. oculata* y *T. pseudonana* obtuvieron un peso a la cosecha de  $17,06 \pm 0,24$  y  $17,95 \pm 0,28$  g respectivamente, sin embargo, el tratamiento con *T. pseudonana* fue superior por su menor FCA  $1,4 \pm 0,89$  y una ganancia de peso de  $1,49 \pm 0,10$  g, en comparación a *N. oculata*. Cabe resaltar que los dos tratamientos fueron mejores que el testigo (FCA: 2,6, peso  $14,09 \pm 0,19$ , GP:  $1,17 \pm 0,05$ ) (Huang *et al.*, 2022).

Del mismo modo durante la presente investigación, la mejor microalga fue Phycovax-producto A con una biomasa proyectada promedio de 6599.99 kg/ha en comparación al mix de algas Phycovax (producto B) con una media de 5035.31 kg/ha. En efecto, el tratamiento T1D1 presentó la biomasa más alta con un valor promedio de  $7025.45 \pm 1162.03$  Kg/ha, mientras que la biomasa más baja fue para el tratamiento T2D3 con una media de  $4720.13 \pm 1501.81$  kg/ha ( $p < 0,0337$ ). Hay que mencionar que este último tratamiento obtuvo una baja supervivencia.

Bajo estas condiciones, el uso de microalgas en camarón mejora la productividad del mismo, pues la aplicación de algas en cultivos intensivos como *Platymonas helgolandica*, brinda pesos a la cosecha de 18,04 g con un rendimiento de camarón  $4,41 \text{ kg m}^{-3}$  a la cosecha, ganancia de peso de 1,5 g/semana y una eficiencia alimenticia sobre el 70 % en comparación con el uso de dietas comerciales (Ge *et al.*, 2016).

En cuanto la ganancia de peso y tasa de crecimiento específico el mejor tratamiento fue T1D2 con 1.34 g/semana y 18,30 %/día respectivamente, durante los 42 días de cultivo. Cabe resaltar que la eficiencia alimenticia fue del 88,47% para el tratamiento T1D1. Según Bindu y Sobha (2005), afirma que las microalgas son promotores de crecimiento, tanto por los contenidos nutricionales, digestibilidad y uso eficiente de AA como la metionina, lisina, arginina y triptófano lo que complementa la dieta tradicional utilizada para la crianza de camarón blanco.

Adicionalmente se ha determinado que el uso de las algas verdes (*Caulerpa* sp.) al 4% para camarón blanco tuvo un buen crecimiento absoluto y TCE (2.80 g/semana y 2.81%), sin

embargo, al incrementar el contenido de esta especie al 6 %, la eficiencia alimenticia se vio afectada llegando a 55,16%, con un FCA de 1,80 y la supervivencia del 80%, en comparación al tratamiento control con una supervivencia del 66,7% (Nasmia *et al.*, 2022).

El presente estudio demuestra la viabilidad de las microalgas Phycovax como complemento alimenticio en dietas para camarón ya que estimula el sistema inmune y mejora la supervivencia, esto se evidencia en el T1D3 con adición del 5% del producto A con un porcentaje del 60,67%, a diferencia del mix de algas (producto B) con supervivencias menores al 50%. En investigaciones similares, la adición de *Chaetoceros gracilis* en etapas larvales, reportó una supervivencia del 55%, mientras que el mix de algas entre *C. gracilis* y *Dunaliella* sp., presentó un valor del 52 % en la especie *Penaeus californiensis* (Naranjo *et al.*, 1999).

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

- Las diferentes concentraciones de algas “Phycovax®” específicamente del producto denominado A, fue el mejor pese a no encontrar diferencias significativas para varios indicadores morfométricos. El mejor peso promedio final fue de 8.06 g correspondiente al tratamiento T1D2 al 4 %, mientras que la mejor longitud total con 7,37 cm es para el tratamiento T1D1 al 3%, es decir, la inclusión de algas impactó de manera positiva el crecimiento de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una producción semi-intensiva.
- En el caso de los parámetros productivos el tratamiento más destacado fue T1D1 al 3% del producto A, evidenciándose la mejor biomasa proyectada con un valor de 7025.45 kg/ha, una tasa de crecimiento específica del 18,30 %/día, una eficiencia alimenticia del 88,43%, FCA de 1,16, ganancia de peso del 1,31 g/semana y la *supervivencia* del 60%.
- En cuanto a los parámetros físico-químicos se mantuvieron constantes durante toda la investigación con una temperatura de 29,92 °C, oxígeno de 6,59 mg/L (96,81%), pH 8 y salinidad de 28,23 ppt, manteniéndose dentro de los rangos ideales para el desarrollo del camarón. La calidad de agua fue una de los factores que interfirieron en el desarrollo de los organismos, ciertas unidades experimentales presentaron alcalinidades inferiores a los 100 mg/L de CaCO<sub>3</sub>, del mismo modo los niveles de amonio superaron el rango tolerable de 0,1 mg/L.

## Recomendaciones

- Se recomienda realizar un control minucioso de los parámetros ambientales específicamente de turbidez, salinidad y pH diariamente con el fin de conocer la relación directa con el medio y desarrollo del camarón.
- Analizar el uso de algas Phycovax (producto A) a concentraciones inferiores al 3%, con el objetivo de identificar la dosis mínima inhibitoria que influya en la *supervivencia* del camarón.
- Realizar análisis bromatológicos de las algas Phycovax con el fin de determinar el perfil nutricional que aporta al crecimiento del camarón.
- Evaluar la digestibilidad del conglomerado de algas utilizadas como complementos alimenticios en dietas balanceadas para camarón blanco.

## Bibliografía

- Albuja, E. (2021). *Efecto de Chlorella sp. biotipo 3 sobre los parámetros productivos y hematológicos en alevines de Oncorhynchus mykiss*. [Trabajo de Titulación, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE].  
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/26764/1/T-IASA%20I-004393.pdf>
- Arana, I., Orruño, M., y Barcina, I. (2023). Como abordar y resolver aspectos prácticos de microbiología. Departamento Inmunología, Microbiología y Parasitología Universidad Del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. [Archivo PDF].  
[https://ocw.ehu.eus/file.php/48/Tema\\_2.\\_Metodos\\_basicos\\_de\\_enumeracion\\_de\\_microorganismos.pdf](https://ocw.ehu.eus/file.php/48/Tema_2._Metodos_basicos_de_enumeracion_de_microorganismos.pdf)
- Arana, L. (2006). *Principios Químicos de Calidad de Agua en Acuicultura*. Segunda edición. Editorial. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco 71 pp.  
[https://www.academia.edu/50857947/Libro\\_de\\_Luis\\_Vinatea\\_Principios\\_Quimicos\\_Calidad\\_de\\_Agua\\_en\\_Acuicultura\\_Espa%C3%B1ol\\_2\\_edici%C3%B3n](https://www.academia.edu/50857947/Libro_de_Luis_Vinatea_Principios_Quimicos_Calidad_de_Agua_en_Acuicultura_Espa%C3%B1ol_2_edici%C3%B3n)
- Arredondo, B., y Voltolina, D. (2007). *Métodos y herramientas analíticas en la evaluación de la biomasa microalgal*. ReserchGate.  
[https://www.researchgate.net/publication/253237563\\_CONCENTRACION\\_RECUESTO\\_CELULAR\\_Y\\_TASA\\_DE\\_CRECIMIENTO](https://www.researchgate.net/publication/253237563_CONCENTRACION_RECUESTO_CELULAR_Y_TASA_DE_CRECIMIENTO)
- Barrantes, E. (2023). Efectos de la bacteria patógena *Vibrio parahaemolyticus* en camarones (*Litopenaeus vannamei*) de cultivo y en la salud del consumidor. *Revista Pensamiento Actual*, 23, 1–12. <https://doi.org/10.15517/PA.V23I40.55171>
- Bindu, M. S., y Sobha, V. (2005). Impact of marine algal diets on the feed utilization and nutrient digestibility of grass carp. *Ctenopharyngodonidella ecology and noospherology*, 16(1-2).

- Boyd, C. E. (2002). *Estándares de Calidad del agua: Amoniac de nitrógeno total*. (Boletín Técnico). Nicovita. <https://documents.ec/document/editorial-estandares-de-la-calidad-del-agua-amoniaco-estandares-de-la-calidad.html>
- Boyd, C. E. (2023). *Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón*. [Archivo PDF]. <http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/1Calidad%20del%20agua.pdf>
- Boyd, C. E., y Hanson, T. (2010). Dissolved-oxygen concentration in pond aquaculture. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/281309202>
- Camacho, P., y Flórez-Castillo, J. M. (2020). *Microalgas y sus aplicaciones biotecnológicas*. ReasearchGate. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15543.14247>
- Cámara Nacional de Acuicultura. (s.f.). Estadística CNA [Archivo Exel]. <https://www.cna-ecuador.com/estadisticas/>
- Carvajal, L. (15 de enero de 2019). *Las microalgas en los cultivos acuícolas*. ADM. Recuperado el 12 de julio de 2023 de <https://www.balnova.com/las-microalgas-en-los-cultivos-acuicolas/>
- Cervantes-Urieta, V., Pérez-Castro, D., Galeana-Parra, M. A., Ramírez-Fuentes, E., y Nieves Trujillo-Tapia, M. (2020). Cultivo y composición bioquímica de diatomeas marinas (Bacillariophyta) de la Bahía de Santa Lucía, Acapulco, México Cultivation and biochemical composition of marine diatoms (Bacillariophyta) of. *Gayana Bot*, 77(1), 11–22. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/publication/343894420\\_Cultivo\\_y\\_composicion\\_bioquimica\\_de\\_diatomeas\\_marinas\\_Bacillariophyta\\_de\\_la\\_Bahia\\_de\\_Santa\\_Lucia\\_Acapulco\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/343894420_Cultivo_y_composicion_bioquimica_de_diatomeas_marinas_Bacillariophyta_de_la_Bahia_de_Santa_Lucia_Acapulco_Mexico)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [FAO] (24 de enero de 1989). *Consultoría en cultivo de camarón*. Recuperado el 15 de julio de 2023 de <https://www.fao.org/3/AC397S/AC397S01.htm#ch1.1.1>

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2009). *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) [Penaeidae].  
[https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/aquaculture/l1129m/file/es/es\\_whitelegshrimp.htm](https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/aquaculture/l1129m/file/es/es_whitelegshrimp.htm)
- Ge, H., Li, J., Chang, Z., Chen, P., Shen, M., y Zhao, F. (2016). Effect of microalgae with semicontinuous harvesting on water quality and zootechnical performance of white shrimp reared in the zero-water exchange system. *Revista Acuacultural Engineering*, 72–73, 70–76. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2016.04.006>
- González, G. (2021). *Elaboración de suplemento alimenticio a base de microalga (Thalassiosira weissflogii) para camarón (Litopenaeus vannamei) durante fase postlarva trabajo experimental* [Trabajo de Titulación, Universidad Agraria del Ecuador].  
<https://cia.uagraría.edu.ec/Archivos/GONZ%C3%81LEZ%20RODR%C3%8DGUEZ%20G%C3%89NESIS%20JULLIANA.pdf>
- Google maps. (2023). Ubicación del lugar. Recuperado el 23 de junio de 2023 de <https://www.google.com.ec/maps/@-3.3248872,-80.1163026,12z/data=!5m2!1e4!1e1?entry=ttu>
- Guallichicomín, D. L. (2018). *Efecto nutricional del cromo trivalente presente en Arthrospira platensis en el cultivo de trucha arco iris en etapa de engorde* [Trabajo de Titulación, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE].  
<http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/15865>
- Gutiérrez Pulido, H., y Vara Salazar, R. d. I. Análisis y diseño de experimentos (segunda edición.).
- Gutiérrez-Leyva Ranferi, I., Roberto, C.-C., Sonia, R.-M., Dolores, R.-A., Carmen, R.-R., Margarita, C.-V., Playa Palo de Santa Rita, C., Paz, L., California Sur, B., y Gutiérrez-Leyva, M. (2015). Evaluación nutricional del alga *Macrocystis pyrifera* como aditivo alimentario para juveniles de camarón *Litopenaeus vannamei*. *Abanico Veterinario*, 5,

26–34. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-61322015000100026&script=sci\\_abstract#:~:text=En%20la%20presente%20investigaci%C3%B3n%20se%20evalu%C3%B3%20un%20extracto,y%207.3%25%20%C3%ADpis%20para%20juveniles%20de%20Litopenaeus%20vannamei](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-61322015000100026&script=sci_abstract#:~:text=En%20la%20presente%20investigaci%C3%B3n%20se%20evalu%C3%B3%20un%20extracto,y%207.3%25%20%C3%ADpis%20para%20juveniles%20de%20Litopenaeus%20vannamei).

Hernández, J. (2016). *Caracterización de la calidad de agua en un sistema intensivo de cultivo de camarón blanco Litopenaeus vannamei, en condiciones de alta salinidad con recambio de agua limitado* [Tesis de Maestría, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste].

[https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/42/1/hernandez\\_j.pdf](https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/42/1/hernandez_j.pdf)

Hsien-Tsang, y Aguillón, C. (2008). *Manual sobre “Reproducción y cultivo del camarón blanco (Litopenaeus vannamei).”* [Archivo PDF].

<http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/handle/123456789/637>

Huang, C., Luo, Y., Zeng, G., Zhang, P., Peng, R., Jiang, X., y Jiang, M. (2022). Effect of adding microalgae to whiteleg shrimp culture on water quality, shrimp development and yield. *Aquaculture Reports*, 22(2352–5134), 100916.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100916>

Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada del Ecuador. (2001). *Oceanografía gráfica del Ecuador*. Instituto Oceanográfico de La Armada. Recuperado el 14 de julio de 2023 de [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/002342/inocar/pages/oceanografia/capitulo11/int\\_cap11\\_pag4.html](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/002342/inocar/pages/oceanografia/capitulo11/int_cap11_pag4.html)

Martín, L., Espinosa, G., y Carillo, O. (2022). Sistema inmune de camarones peneidos de cultivo: Una revisión. *Revista de Producción Animal*, 34, 2–27.

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S222479202022000100127&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S222479202022000100127&lng=es&tlng=es)

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S222479202022000100127&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S222479202022000100127&lng=es&tlng=es)

Medina, D. (2018). *Evaluación de alimento enriquecido con Dunalliella sp. para incrementar la resistencia del camarón blanco (Litopenaeus vannamei) a infecciones experimentales*

por *Vibrio Parahaemolyticus* [Tesis de Doctorado, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste].

[https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/1457/1/medina\\_d%20TESIS.pdf](https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/1457/1/medina_d%20TESIS.pdf)

Mendoza, G. (2019). *Crecimiento, supervivencia y respuesta inmune de la almeja catarina (Argopecten ventricosus) tratada con productos naturales y retada con Vibrio parahaemolyticus* [Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional].

<http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/14457>

Millipore. (2018). *Vibrio ChromoSelect Agar*. Recuperado el 02 de julio de 2023 de

<https://www.sigmaaldrich.com/deepweb/assets/sigmaaldrich/product/documents/104/958/92323dat.pdf>

Morales, V. y J. Cuéllar-Anjel (eds.). 2014. Guía Técnica – Patología e Inmunología de Camarones Penaeidos. OIRSA, Panamá, Rep. de Panamá. 382 pp.

Naranjo, J., Porchas, A. A., Robles, M., Magallón, F. J., Valdez, J., y Villarreal, H. (1999).

*Supervivencia, metamorfosis y crecimiento de larvas del camarón Penaeus californiensis (Decapoda: Peneidae) alimentadas con diferentes microalgas. Revista de Biología Tropical, 47.* [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77441999000400027#1c](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77441999000400027#1c)

Nasmia, Natsir, S., Rusaini, Tahya, A. M., Nilawati, J., y Ismail, S. N. (2022). Utilization of

*Caulerpa sp.* as a feed ingredient for growth and survival of whiteleg shrimp and *Chanos chanos* in polyculture. *Egyptian Journal of Aquatic Research, 48(2)*, 175–180. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2022.01.005>

Pakravan, S., Akbarzadeh, A., Sajjadi, M. M., Hajimoradloo, A., y Noori, F. (2017). Partial and total replacement of fish meal by marine microalga *Spirulina platensis* in the diet of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*: Growth, digestive enzyme activities, fatty

- acid composition and responses to ammonia and hypoxia stress. *Aquaculture Research*, 48(11), 5576–5586. <https://doi.org/10.1111/are.13379>
- Pérez Farfante, I., y Frederick Kensley, B. (2009). *Penaeoid and Sergestoid Shrimps and Prawns of the World: Keys and Diagnoses for the Families and Genera*. Museum national d'histoire naturelle, service du patrimoine naturel 1997.  
[https://books.google.com.ec/books?redir\\_esc=y&hl=es&id=jqwdAQAAIAAJ&focus=searchwithinvolume&q=1](https://books.google.com.ec/books?redir_esc=y&hl=es&id=jqwdAQAAIAAJ&focus=searchwithinvolume&q=1)
- Pozo, Y. (2005). *Análisis microbiológico y caracterización de poblaciones bacterianas en sistemas de engorde de camarón durante un ciclo de cultivo* [Tesis de Grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena].  
<http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/828>
- Prangnell, D. I., Lupatsch, I., Treece, G. D., y Samocha, T. M. (2019). Shrimp Biology. *Revista Sustainable Biofloc Systems for Marine Shrimp*, 19–27. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818040-2.00004-6>
- Rendón, L., y Balcázar, J. (2003). Inmunología de camarones: Conceptos básicos y recientes avances. *Revista AquaTIC*, 19, 27–33.  
<http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=p&c=158>
- Reyes, A. J. (2021). *Principales agentes infecciosos asociados al cultivo del camarón blanco *Peneaeus vannamei* reportados en Ecuador durante el periodo 2010 - 2021* [Trabajo Práctico, Universidad Estatal Península de Santa Elena].  
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6640/1/UPSE-TBI-2021-0016.pdf>
- Rodríguez, R.-A., Páez, F., y Gárate Ismael. (2004). *El Fitoplancton en la camaronicultura y larvicultura importancia de un buen manejo*. ResearchGate.  
[https://www.researchgate.net/publication/312913865\\_El\\_fitoplancton\\_en\\_la\\_Camaronicultura\\_y\\_Larvicultura\\_Importancia\\_de\\_un\\_buen\\_manejo](https://www.researchgate.net/publication/312913865_El_fitoplancton_en_la_Camaronicultura_y_Larvicultura_Importancia_de_un_buen_manejo)

- Ronquillo, C. (2022). *Larvicultura y el uso correcto del alimento natural en los primeros estadios larvarios de (Litopenaeus Vannamei)* [Examen Complexivo, Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/19792>
- Sánchez, N. (2011). *Efecto de la inmersión e inyección del extracto de Macrocyctis pyrifera sobre las respuestas fisiológicas, metabólicas e inmunológicas en el camarón blanco Litopenaeus vannamei desafiado con Vibrio campbellii* [Tesis Doctoral, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada]. <http://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/578>
- Satanwat, P., Tapaneeyaworawong, P., Wechprasit, P., Boonprasertsakul, T., Pungrasmi, W., Sritunyalucksana, K., Prachumwat, A., y Powtongsook, S. (2023). Total ammonia nitrogen removal and microbial community dynamics in an outdoor HDPE-lined shrimp pond with no water discharge. *Aquaculture*, 577, 739898. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.739898>
- Skretting. (2023). *Manual Larvicultura*. [Archivo PDF]. <https://libreriaskretting.ec/admin/public/uploads/catalogos/manual-larvicultura-skretting.pdf>
- Skretting. (2023). *Manual Maduración Litopenaeus vannamei*. [Archivo PDF]. [https://libreriaskretting.ec/admin/public/uploads/catalogos/Manual\\_de\\_cria\\_de\\_Langostino\\_\(Esp\)\\_Ecuador.pdf](https://libreriaskretting.ec/admin/public/uploads/catalogos/Manual_de_cria_de_Langostino_(Esp)_Ecuador.pdf)
- Suárez, G., Medina, Z., Montiel, M., Ibarra, J., y Salcedo, A. (2015). Distribución de *Vibrio* spp. en agua y sedimento de estanques productores de camarón *Litopenaeus vannamei* cultivados con agua del lago de Maracaibo Venezuela. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias*. 25(4), 293–299. <https://www.redalyc.org/pdf/959/95941173003.pdf>
- Vásquez-Suárez, A., Guevara, M., González, M., Cortez, R., y Arredondo-Vega, B. (2013). Crecimiento y composición bioquímica de *Thalassiosira pseudonana* (Thalassiosirales:

Thalassiosiraceae) bajo cultivo semi-continuo en diferentes medios y niveles de irradiancias. *Revista de Biología Tropical*, 61(3), 1003–1013.

[https://www.researchgate.net/publication/262467793\\_Crecimiento\\_y\\_composicion\\_bioquimica\\_de\\_Thalassiosira\\_pseudonana\\_Thalassiosirales\\_Thalassiosiraceae\\_bajo\\_cultivo\\_semi-continuo\\_en\\_diferentes\\_medios\\_y\\_niveles\\_de\\_irradiaciones](https://www.researchgate.net/publication/262467793_Crecimiento_y_composicion_bioquimica_de_Thalassiosira_pseudonana_Thalassiosirales_Thalassiosiraceae_bajo_cultivo_semi-continuo_en_diferentes_medios_y_niveles_de_irradiaciones)

Vivanco, J. F. (2022). *Beneficios del uso de aditivos inmunoestimulantes en dietas alimentarias del camarón* [Examen Complexivo, Universidad Técnica de Machala].

<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/18561>

Zavala, A., Quiñónez, E., y Vázquez, C. (2005). La vida oscura de *Vibrio alginolyticus*. *Revista Digital Universitaria*, 6(1067–6079), 1–7.

[https://www.revista.unam.mx/vol.6/num4/art36/abr\\_art36.pdf](https://www.revista.unam.mx/vol.6/num4/art36/abr_art36.pdf)