



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD CIENCIAS DEL MAR  
CARRERA DE BIOLOGÍA**

**Evaluación de Safmannan® en el crecimiento y  
supervivencia de larvas de camarón blanco**  
***Penaeus vannamei***

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**Previo a la obtención del Título de:**

**BIÓLOGA**

**AUTOR:**

Arianna Elizabeth Reyes Mera

**TUTOR:**

Blga. Dennis Tomalá Solano, MSc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2026

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

**Evaluación de Safmannan® en el crecimiento y supervivencia de larvas de camarón blanco**

***Penaeus vannamei***

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**Previo a la obtención del Título de:**

**BIÓLOGA**

**AUTOR:**

Arianna Elizabeth Reyes Mera

**TUTOR:**

Blga. Dennis Tomalá Solano, M. Sc.

UPSE

LA LIBERTAD – ECUADOR

2026

## DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, “EVALUACIÓN DE SAFMANNAN® EN EL CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE LARVAS DE CAMARÓN BLANCO *Penaeus vannamei* ”, elaborado por REYES MERA ARIANNA ELIZABETH, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Tomalá Dennis", written over a horizontal line.

**Blga. Dennis Tomalá Solano, M. Sc.**  
**DOCENTE TUTOR**  
**C.I. 0922584982**

## DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular “Aplicación de **EVALUACIÓN DE SAFMANNAN® EN EL CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE LARVAS DE CAMARÓN BLANCO *Penaeus vannamei***”, elaborado por **REYES MERA ARIANNA ELIZABETH**, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, éste cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'W. Santos W. Sánchez', is written over a horizontal line.

**Blgo. William Santos Sánchez. M.Sc.**  
**DOCENTE DE ÁREA**  
**C.I. 2400216459**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Alipio Reyes Córdova y Nila Mera Castro. Les dedico este logro, fruto de su fe inagotable y su amor absoluto. Ustedes me dieron la base para afrontar cada desafío con convicción y esperanza.

A mis hermanos, Karen y Samuel, por ser mi fuente de inspiración constante y silenciosa a lo largo de este camino. Su apoyo incondicional fue mi mayor cimiento.

A mi pareja, William Tisalema Mera, por ser el sol que disipó las sombras de la incertidumbre en este proceso, convirtiéndose en fuente de energía vital para mi vida.

A mi suegra Nelly, por su incondicional disposición, por sus valiosas palabras de aliento y sus oportunos consejos que brindaron serenidad.

A ustedes dedico cada logro, los amo.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios Todopoderoso, porque reconozco que es su gracia, y no mi propia fuerza, la que me permitió obtener este logro. A Él dedico mi vida, mi carrera, por proveerme la salud, la sabiduría, la perseverancia para culminar esta etapa profesional, y por la bendición de mi hogar.

Al cuerpo directivo, docente y administrativo de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, especialmente a la Facultad de Ciencias del Mar y a la carrera de Biología, por haberme brindado las aulas, los conocimientos y las bases científicas necesarias para mi desarrollo profesional. Su labor es un pilar fundamental en la formación de profesionales en el Ecuador.

A mi docente tutora, Blga. Dennis Tomalá Solano, MSc., por su invaluable dirección profesional, su paciencia inagotable y su compromiso constante durante la planificación y ejecución de este trabajo. No pude haber contado con una mejor guía académica y docente; su experiencia y sus valiosos conocimientos fueron la base esencial para el éxito y la culminación de esta investigación.

Al equipo de trabajo del Laboratorio de Larvas Santa María, extendiendo mi reconocimiento individual a los señores: Luis, Wider, Jorge, Fabián, Rodolfo, Leonardo, Joel, Johan y la Blga. Fátima Quimí Gonzabay, mi sincera gratitud por la calidez humana y la disposición con la que me recibieron. Su guía diaria, su paciencia al compartir sus conocimientos y su constante colaboración me permitieron no solo ejecutar la fase experimental de este trabajo, sino también sentirme parte del equipo.

A los biólogos Olger Samaniego y Mayra Villamar, por su invaluable colaboración y soporte logístico del producto utilizado en este trabajo; su disposición, experiencia, y guía técnica en el manejo del producto fueron fundamentales para el desarrollo y éxito de esta investigación.

A mis amigos, en especial a mi querida Naomi Malavé Limón, mi refugio y mi alivio durante la exigencia de este trabajo. Gracias por la calidez de tu amistad, pese al poco tiempo que nos conocemos, fuiste la confidente y el hombro incondicional en quien pude apoyarme, tu compañía y tus palabras de aliento fueron el soporte emocional que hizo ligero este camino, permitiéndonos culminar este sueño con alegría.

## TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por Arianna Elizabeth Reyes Mera como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo/a de la carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 12 de Diciembre de 2025



---

Ing. Jimmy Villón Moreno. M.Sc  
**DIRECTOR DE CARRERA**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



---

Blgo. William Santos Sánchez, M.Sc.  
**PROFESOR DE ÁREA**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



---

Blga. Dennis Tomalá Solano. M.Sc.  
**DOCENTE TUTOR**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



---

Blgo. Richard Duque Marín, Mgt.  
**DOCENTE GUÍA DE LA UIC II**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



---

Lic. Pascual Roca Silvestre, M.Sc.  
**SECRETARIO DEL TRIBUNAL**

## **Declaración expresa**

**Declaro que:**

La responsabilidad de la investigación exhibida en el presente documento me confiere a mí, y el patrimonio intelectual de la misma corresponde a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



**Arianna Elizabeth Reyes Mera**

**C.I. 2450635459**

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	16
ABSTRACT.....	17
Introducción.....	18
Planteamiento del problema.....	21
Justificación .....	22
Objetivos.....	24
1.1 Objetivo General.....	24
1.2 Objetivos Específicos.....	24
Hipótesis.....	25
Capítulo II.....	26
Marco teórico .....	26
1.3 Producción del camarón en Ecuador.....	26
1.4 Larvicultura.....	27
1.5 Características biológicas generales del <i>Penaeus vannamei</i> .....	28
<i>Taxonomía</i> .....	29
<i>Estadios larvarios</i> .....	29
1.6 Manejo técnico y productivo en un laboratorio de larvas de camarón .....	32

<i>Calidad de agua</i> .....	32
<i>Alimentación</i> .....	36
1.7 Aditivo Safmannan® .....	36
<i>Descripción del producto</i> .....	37
<i>Mecanismos fisiológicos de B-glucanos y MOS</i> .....	37
<i>Inmunestimulación Activa de B-glucanos y MOS</i> .....	38
1.8 Evidencia global en crecimiento y supervivencia de larvas de camarón .....	39
Capítulo III.....	41
Marco metodológico .....	41
1.9 Descripción del área de estudio .....	41
1.10 Enfoque y tipo de investigación.....	42
1.11 Diseño experimental .....	42
1.12 Población de estudio .....	45
1.13 Desinfección y tratamiento de agua.....	46
1.14 Siembra de nauplios.....	47
1.15 Alimentación.....	47
<i>Alimentación de Nauplio a Zoea</i> .....	47
<i>Alimentación de Mysis a Postlarva</i> .....	48
<i>Alimentación de Postlarvas</i> .....	48
1.16 Toma de parámetros.....	48

1.17 Cosecha de postlarvas .....	49
1.18 Parámetros fisicoquímicos .....	49
1.19 Rendimiento productivo.....	50
<i>Supervivencia</i> .....	50
<i>Crecimiento</i> .....	50
<i>Biomasa</i> .....	51
<i>Tasa de conversión alimenticia</i> .....	51
1.20 Observación microscópica y macroscópica .....	52
1.21 Análisis estadístico.....	52
Capítulo IV.....	53
Análisis e interpretación de resultados.....	53
1.22 Parámetros fisicoquímicos .....	53
<i>Temperatura</i> .....	53
<i>Oxígeno Disuelto</i> .....	55
<i>Potencial de Hidrógeno</i> .....	57
<i>Salinidad</i> .....	59
1.23 Rendimiento productivo.....	60
<i>1.23.1 Supervivencia</i> .....	60
<i>1.23.2 Crecimiento</i> .....	61
<i>1.23.3 Tasa de Conversión Alimenticia</i> .....	63

1.24 Análisis microscópico y macroscópico en fresco .....	65
1.25 Comparación de tratamientos experimentales por fases .....	69
Capítulo V .....	71
Discusiones .....	71
Conclusiones .....	74
Recomendaciones.....	75
Bibliografía .....	76
Anexos .....	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación geográfica de Laboratorio Santa María.....	41
Figura 2 Diseño experimental.....	44
Figura 3 Tendencia de Temperatura, por estadios larvales en fase 1 y fase 2 .....	54
Figura 4 Tendencia de Oxígeno Disuelto durante la fase 1 y fase 2.....	56
Figura 5 Tendencia de pH en fase 1 y fase 2 .....	58
Figura 6 Tendencia de Salinidad en fase 1 y fase 2.....	59
Figura 7 Representación de supervivencia promediada durante la fase 1 .....	61
Figura 8 Representación de supervivencia promediada, durante la fase 2 .....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción de los tratamientos estudiados con su dosificación .....	45
Tabla 2 Población promedio y densidad de siembra por tratamientos, fase 1 .....	45
Tabla 3 Población promedio y densidad de siembra por tratamientos, fase 2 .....	46
Tabla 4 Pesos obtenidos en los tratamientos experimentales .....	62
Tabla 5 Ganancia de peso y conversión alimenticia obtenida .....	64
Tabla 6 Observaciones microscópicas, fase 1 .....	65
Tabla 7 Observaciones macroscópicas, fase 1 .....	66
Tabla 8 Observaciones microscópicas, fase 2.....	67
Tabla 9 Observaciones macroscópicas, fase 2 .....	68

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis microscópico de las larvas de cultivo.....	90
Anexo 2 Medición de parámetro salinidad, utilización del Salinómetro Hanna .....	90
Anexo 3 Registro de parámetros de Laboratorio Santa María, comuna Palmar.....	91
Anexo 4 Medición de parámetro pH, utilización de prueba de colorimetría de pH .....	91
Anexo 5 Muestra de agua de cultivo, medición de pH 7.6.....	92
Anexo 6 Observación microscópica de postlarva 1, objetivo 10x .....	92
Anexo 7 Despacho de postlarva 8 del tanque de cultivo de prueba.....	93
Anexo 8 Tamizado de muestra de postlarva 8 para posterior conteo de Pl/g .....	93
Anexo 9 Anova para supervivencia en fase 1 .....	94
Anexo 10 Anova para supervivencia en fase 2 .....	94
Anexo 11 Análisis de Permanova de datos recolectados durante la fase 1 .....	94
Anexo 12 Análisis de Permanova de datos recolectados durante la fase 2 .....	95

## RESUMEN

El sector camaronero de Ecuador, líder mundial con una exportación de 1.21 millones de toneladas métricas en 2024, enfrenta el desafío de alcanzar la talla comercial, problema asociado a la salud intestinal y la inmadurez inmunitaria larval. Para sustituir el uso de antibióticos prohibidos, esta investigación evaluó la efectividad del prebiótico Safmannan<sup>®</sup> (derivado de *Saccharomyces cerevisiae*) en el crecimiento y supervivencia de las larvas de camarón blanco (*Penaeus vannamei*). El estudio se desarrolló en un laboratorio de larvas mediante un Diseño Completamente al Azar (DCA) en dos fases: Fase 1 dosificó por número de larvas (TA: 5 g/millón PL; TB: 10 g/millón PL), y Fase 2 dosificó por kg de alimento suministrado por estadio. Los parámetros fisicoquímicos se mantuvieron estables (Temperatura: 32–33° C), lo que atribuyó las variaciones de rendimiento a los tratamientos. Los resultados confirmaron la superioridad constante de la dosis baja (TA). En la Fase 1, el TA logró la mayor ganancia de peso (1.5 kg, promedio de réplicas) y la mayor eficiencia alimenticia con una CA de 1.4 kg (el valor más bajo), alcanzando una tasa de supervivencia del 81.5%. El análisis estadístico evidenció diferencias significativas, confirmando la superioridad del TA. Por otro lado, el TB fue ineficiente en la conversión alimenticia y en la ganancia de peso, sugiriendo que la concentración excesiva impacta negativamente el crecimiento, aunque mantuvo una supervivencia superior al Control. Se concluye que la Fase 1 representa el punto de equilibrio biológico ideal para maximizar el rendimiento productivo.

**Palabras claves:** *Penaeus vannamei*, *Saccharomyces cerevisiae*, prebiótico, supervivencia, rendimiento productivo, Safmannan<sup>®</sup>.

## ABSTRACT

Ecuador's shrimp sector, a global leader with exports reaching 1.21 million metric tons in 2024, faces the challenge of achieving optimal market size—an issue linked to gut health and the immunological immaturity of larvae. To replace the use of banned antibiotics, this study evaluated the effectiveness of the prebiotic Safmannan® (derived from *Saccharomyces cerevisiae*) on the growth and survival of white shrimp (*Penaeus vannamei*) larvae. The experiment was conducted in a larval hatchery using a Completely Randomized Design (CRD) across two phases: Phase 1 applied dosing based on the number of larvae (TA: 5 g/million PL; TB: 10 g/million PL), while Phase 2 dosed per kilogram of feed supplied at each developmental stage. Physicochemical parameters remained stable (Temperature: 32–33 °C), allowing performance differences to be attributed to the treatments. The results consistently demonstrated the superiority of the low dose (TA). In Phase 1, TA achieved the highest weight gain (1.5 kg, replicate mean) and the greatest feed efficiency with a feed conversion ratio (FCR) of 1.4 kg (the lowest value), reaching a survival rate of 81.5%. Statistical analysis revealed significant differences, confirming the superiority of TA. Conversely, TB showed poor feed conversion and lower weight gain, suggesting that excessive concentration negatively affects growth, although survival remained higher than in the Control. The study concludes that Phase 1 represents the ideal biological balance point for maximizing productive performance.

**Keywords:** *Penaeus vannamei*, *Saccharomyces cerevisiae*, prebiotic, survival, production performance, Safmannan®.

## Introducción

Ecuador es considerado un país productor de camarón de alto nivel, según la data se conoce, desde 1970 en El Oro, como el inicio de las exportaciones de este producto; por primera vez el petróleo crudo (sin contar productos derivados) fue destronado por el camarón (Alvarez-Cañares, 2021), dándose así en abril del 2024 un récord histórico, donde se exportó más de 111 mil toneladas de camarón, según la Federación Ecuatoriana de Exportadores (2024).

Sin embargo, Molinari en 2025 explica que, aunque el 2024 marcó un hito importante para el sector, el panorama general del año mostró una ligera disminución en comparación al 2023, donde datos de la Cámara Nacional de Acuicultura indica que se exportaron 2.670 millones de libras de camarón ecuatoriano generando ingresos por USD 6.070 millones; esta disminución se debe a la respuesta de parte de compradores, donde indican que el organismo no cumple con la talla deseada para su exportación.

El bajo rendimiento y los defectos en el crecimiento y supervivencia están estrechamente relacionados con la salud intestinal de los organismos y la presencia de patógenos según Molina-Poveda et al., (2023). También indica que, en la etapa larvaria, el sistema inmunitario tiende a ser inmaduro, lo que hace que *P. vannamei* sea particularmente vulnerable a enfermedades que afectan la absorción de nutrientes, lo que resulta en bajos índices de conversión alimenticia y, en consecuencia, en la dificultad de alcanzar los tamaños comerciales requeridos.

Anteriormente, para controlar enfermedades de origen bacteriano, viral, fúngico incluso parasitario se recurría indiscriminadamente al uso de agentes químicos como los antibióticos, los cuales han generado preocupación por la aparición de microorganismos resistentes, hasta impactos negativos en la salud del medio de cultivo y la calidad del producto, por ello es necesario comprender la complejidad de la comunidad microbiana presente en el agua.

En respuesta, El-Saadony et al. (2022) mencionan que se ha impulsado en los últimos años la adopción de prácticas sostenibles, como la aplicación de prebióticos, donde consideran que no solo mejoran el crecimiento y eficiencia alimenticia, sino también fortalecen el sistema inmunológico del animal y aumenta su resistencia a enfermedades; y al combinar prebióticos con probióticos favorecen la colonización de bacterias beneficiosas en el intestino del camarón (Hossein et al. 2024).

Los prebióticos son compuestos utilizados selectivamente por microorganismos beneficiosos en el tracto digestivo, favoreciendo la regulación del microbiota y contribuyendo a una mejora en la salud del organismo, esto según (Glenn et al. 2017). Sin embargo, cada vez hay más pruebas de que estos microorganismos deben ser aislados, evaluados y aplicados de la manera más específica posible a los hospederos como son el caso de peces, aves o camarones. Bajo este contexto, Safmannan<sup>®</sup> al poseer una fracción de levaduras ricas en manano-oligosacáridos y betaglucanos (1.3 y 1.6), obtenidas del cultivo primario y purificación de cepas patentadas seleccionadas de *Saccharomyces cerevisiae*,

causa el combate ante la presencia de patógenos; y los mananos reducen las colonias patógenas encontradas en el tracto digestivo del organismo, absorbiendo los patógenos gram negativos.

A pesar de la eficacia comprobada de los aditivos a base de pared celular de levadura a nivel mundial del estudio que realizaron (Varela-Granados et al, 2021), en Ecuador existe una falta de conocimiento sobre la dosis óptima y el rendimiento de Safmannan® aplicado específicamente a la delicada etapa larvaria de *P. vannamei*. La validación local de estos aditivos es fundamental para el sector productivo en su búsqueda de alternativas sostenibles que maximicen el rendimiento y alcancen el tamaño de mercado deseado.

Con la utilización del producto se pretende llevar a cabo comparaciones de Safmannan® aplicado a la dieta de larvas de camarón, mediante un diseño experimental, logrando un mejor desempeño, tras el registro de parámetros de rendimiento productivo como la tasa de ganancia de peso, tasa de supervivencia y el índice de conversión alimenticia. El objetivo de este trabajo consiste en evaluar la efectividad de Safmannan® incorporado en la dieta larvaria del camarón blanco comparando el crecimiento y supervivencia en los diferentes tratamientos experimentales.

## Planteamiento del problema

La acuicultura en Ecuador, especialmente el cultivo de camarones es una actividad económica importante que enfrenta deficiencias críticas en talla, peso y tasas de supervivencia, afectando directamente al rendimiento productivo. Para lidiar con estas se ha recurrido al uso de antibióticos, los cuales fueron prohibidos por la alta toxicidad que presentan (Tongo et. al., 2022), debido a sus efectos negativos sobre la salud de los organismos y el ambiente, con la finalidad de contrarrestar las falencias asociadas al rendimiento productivo del cultivo. Antibióticos como el cloranfenicol y similares, están prohibidos por presentar un riesgo sanitario elevado, en particular, al demostrar que causa anemia aplásica incluso con concentraciones residuales bajas, además de que estos residuos favorecen la resistencia bacteriana en los consumidores, según la investigación realizada por Neuhaus et. al., (2002)

En este contexto, la investigación aborda la necesidad imperativa de validar estrategias de inmunoestimulación que sustituyan la dependencia de antimicrobianos mediante la incorporación de aditivos funcionales. Específicamente, se plantea evaluar la eficiencia biológica de prebióticos basados en manano-oligosacáridos y B-glucanos, como una alternativa sostenible capaz de modular el microbiota intestinal potenciando la respuesta inmune de los organismos, permitiendo mantener la productividad basada en evidencia científica que fortalezcan la salud larval, y aseguren la competitividad del sector acuícola ecuatoriano, sin comprometer la inocuidad del producto y la salud del ecosistema.

## Justificación

El uso indiscriminado de antibióticos en la producción acuícola ha favorecido el desarrollo de bacterias resistentes, conocida como la Resistencia a los Antimicrobianos (AMR), lo que compromete la eficacia terapéutica y pone en riesgo la sustentabilidad de los cultivos. El sector camaronero de Ecuador, cuya producción se consolidó como líder mundial con un volumen de exportación de 1.21 millones de toneladas métricas en 2024 no es ajeno a esta presión sanitaria.

Para sostener este liderazgo económico y responder a las exigencias de inocuidad de los mercados internacionales (principalmente China, EE.UU y la Unión Europea) la FAO (2024) mediante el informe SOFIA del mismo año ha declarado imperativo transitar hacia la “Transformación Azul”, priorizando estrategias de bioseguridad preventiva y desincentivando el empleo de antimicrobianos.

Safmannan® emerge como una solución al emplearse como aditivo prebiótico derivado de la pared celular de *Saccharomyces cerevisiae* que ha evidenciado resultados positivos en el desarrollo y viabilidad de especies acuáticas, prescindiendo del empleo de antimicrobianos.

Su naturaleza proteica de levadura le confiere una alta digestibilidad en estadios larvales tempranos; sus paredes celulares contienen MOS y betaglucanos, moléculas que potencian las defensas inmunitarias, optimizan el aprovechamiento nutricional y favorecen un microbiota balanceado, lo que repercute en mejores condiciones hídricas y menor frecuencia de renovación del agua en los sistemas de cultivo (Riaño & Celdrán, 2022)

La suplementación con Safmannan® tiene el potencial de reducir las deficiencias en el desarrollo larval e incrementar los índices de supervivencia, prescindiendo así de tratamientos antibióticos. Al examinar la efectividad de este aditivo a lo largo de distintas etapas del desarrollo larval, se pretende generar información que respalde su aplicabilidad y beneficios diferenciales. De esta manera, al facilitar el balance microbiano del entorno acuático y mediante el seguimiento de las variables fisicoquímicas del medio, Safmannan® podría propiciar condiciones de cultivo más productivas y ambientalmente responsables.

## **Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Evaluar la dieta larval de camarón blanco *Penaeus vannamei* bajo la aplicación de Safmannan® en diferentes tratamientos determinando el crecimiento y supervivencia.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- Determinar los parámetros físico – químicos como temperatura, oxígeno disuelto, pH y salinidad caracterizando la calidad del agua en el cultivo de postlarvas.
- Estimar los parámetros de rendimiento productivo en función a la cantidad del producto Safmannan® aplicada por número de postlarvas y por cantidad de alimento suministrado.
- Establecer la efectividad de la aplicación del producto Safmannan® comparando los tratamientos experimentales en el sistema de producción.

## **Hipótesis**

### **H1:**

La aplicación de Safmannan® en relación con el número de organismos permite un mayor crecimiento y supervivencia de *P. vannamei*.

## **Capítulo II**

### **Marco teórico**

#### **1.3 Producción del camarón en Ecuador**

Ecuador ha registrado un notable incremento en sus exportaciones de productos provenientes de animales acuáticos durante la última década, con un crecimiento anual promedio del 13.3%, estadísticas obtenidas de (FAO, 2024). Este aumento ha sido principalmente por la estabilización de la producción de camarón de cultivo, dando lugar a un hito histórico: Ecuador se posicionó como exportador mundial de camarones, superando a India y Vietnam. Esta iniciativa le permitió al país ocupar el cuarto lugar a nivel mundial en el total de exportaciones de productos acuáticos, esto según la revista de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura en el año 2022.

Shrimp Insights (2025) informó que Ecuador exportó 104.201 toneladas de camarón en septiembre, un 9% más que el año anterior. El valor de las exportaciones alcanzó los USD 571 millones, lo que representa un incremento del 22% interanual. En los primeros meses de 2025, las exportaciones totales llegaron a 1.038.208 toneladas, un 14% más que el año anterior, con un valor de USD 5.510 millones, lo que supone un aumento del 23% con respecto al mismo periodo de 2024.

## 1.4 Larvicultura

La larvicultura de camarón en Ecuador es una etapa fundamental en la cadena productiva de la industria camaronera, centrada en la cría y desarrollo de larvas, hasta alcanzar la fase de postlarvas aptas para su transferencia a estanques de engorde; este sector ha evolucionado dramáticamente, y para 2023 se proyectó una producción nacional de camarón cercana a 1,5 millones de toneladas métricas, consolidando a Ecuador como el principal productor y exportador mundial, según informa (Termaat, 2024).

Acosta Espinosa, en 2016 analizó y dividió 3 zonas geográficas productivas: Zona Norte, Manabí y Esmeraldas; Zona Centro, Guayas y Santa Elena; y Zona Sur, El Oro, aquí las condiciones naturales, como el clima cálido, son favorables para el desarrollo acuícola no solo del camarón sino de diversas especies acuáticas.

El informe presentado por miembros del Instituto Nacional de Pesca, por Ormaza & Saltos en (2023) señalan que la temperatura del mar se mantiene en 25.2°C este indica un valor óptimo para el crecimiento y supervivencia de larvas de camarón. Aun así, el sector debe controlar los riesgos que suelen padecer por el cambio climático, como son fenómenos naturales como La Niña y El Niño, siendo la primera alterando el ciclo de crecimiento por temperaturas frías y la segunda acelerando el mismo por temperaturas altas.

El crecimiento y expansión de esta industria en Ecuador se ha visto impulsada por la modernización tecnológica, las inversiones en mejoramiento genético y el fortalecimiento del sector acuícola, aspectos que han resultado fundamentales para el desarrollo económico nacional. Gracias a estos avances, el país ha logrado consolidarse como uno de los principales exportadores de camarón a nivel mundial, superando incluso a otros grandes productores del mercado internacional.

### **1.5 Características biológicas generales del *Penaeus vannamei***

El camarón blanco *P. vannamei*, es una especie nativa de la costa oriental del Pacífico, con una distribución natural que se extiende desde Sonora, México, hasta Tumbes, Perú (Easy Fish, 2025). Posee una alta capacidad de adaptación a un amplio rango de salinidades, desde 0 ppm a 40 ppm, según el estudio realizado por Ponce (2002), además de identificar la salinidad óptima para el crecimiento del camarón en condiciones naturales como en criaderos.

Albalat et al. (2022) evaluaron el ciclo de vida de esta familia e indicaron que los adultos mantienen una vida libre en ambientes marinos tropicales con fondos arenosos; durante sus etapas de vida se alimentan de fito y zooplancton; una vez alcanzada una madurez biológicamente sexual empiezan a reproducirse e inician con el desove de huevos, iniciando su ciclo de vida bifásico en aguas marinas, y conforme se desarrolla la larva de camarón continúa su ciclo en zonas costeras.

## ***Taxonomía***

Filo: Arthropoda

Subfilo: Crustacea

Clase: Malacostraca

Subclase: Eumalacostraca

Orden: Decapoda

Suborden: Dendrobranchiata

Superfamilia: Penaeoidea

Familia: Penaeidae

Género: *Penaeus*

Especie: *Penaeus vannamei* (Boone, 1931)

Nombre común: Camarón Blanco

## ***Estadios larvarios***

El ciclo de vida del camarón blanco del pacífico comienza tras el apareamiento entre el macho y la hembra, que da lugar al desarrollo del embrión dentro de la hembra; dependiendo del tamaño del organismo se producen entre 50.000 y 500.000 huevos en cada desove, donde miden entre 230 a 290  $\mu\text{m}$  para iniciar el ciclo larval, el estudio realizado por Goytortúa, E., et. al. (2023)

también nos explica que este proceso biológico tiene éxito solo si el camarón progenitor se encuentra en un entorno con condiciones óptimas, incluyendo una temperatura cercana a los 28 grados Celsius durante las primeras horas de la mañana; si esta se mantiene los huevos (nauplios) eclosionan en aproximadamente 13 a 18 horas.

**Nauplio.** Se conoce como la primera fase larval del camarón, durante siete horas mudará cinco veces (Nauplio 1 a Nauplio 5), esta fase inicial se diferencia por el cuerpo piriforme que presenta, a su vez un ensanchamiento en la zona anterior, la aparición de tres pares de apéndices cefálicos (anténulas, antenas y mandíbulas), bajo el microscopio se observa su nado intermitente, avanza cortas distancias, toma una pausa y vuelve a avanzar; a simple vista, poseen fototropismo y su alimentación es exógena debido a que no tiene abertura en boca y ano, se alimenta de las reservas contenidas en su saco vitelino, (Xuequin, et. al, 2024).

**Zoea.** Durante este estadio se evidencia una transformación en la morfología, el cuerpo es más alargado y tiene movimientos continuos hacia adelante, los cuales son impulsados por el movimiento de sus antenas; y al alargarse su cuerpo se aprecia el intestino por donde se trasladarán los alimentos líquidos que consumirá la larva, en esta fase, la aparición de un intestino dilatado y la observación de ciertas hebras fecales son indicadores esenciales para la evaluación del estado fisiológico y sanitario de la larva (Nanxiong, et. al., 2023).

La fase de Zoea presenta subfases. Según las métricas y observaciones reportadas por Bravo, et. al, (2023), donde la longitud corporal oscila entre 0.80 y 1.00 mm, y el ancho aproximadamente 0.50 mm, y tiene un tiempo de muda de 48 horas, morfológicamente el cuerpo

se divide en la zona cefálica o cabeza, y zona perio pleónica o tórax-abdomen, mientras que Zoea 2 alcanza una longitud entre 1.13mm y 2.00 mm, y ancho de 0.80 mm, al igual su tiempo de muda dura 48 horas, una característica notable es la presencia de ojos compuestos pedunculados, y la aparición del rostrum; el último subestadio corresponde a Zoea 3 donde se prepara para mudar a otro estadio, en esta la longitud varía entre 1.88 y 2.70 mm, aparece los urópodos y se reflejan unas espinas dorsales sobre los segmentos abdominales.

**Mysis.** Se conoce como la fase larvaria final, caracterizada por una intensa metamorfosis que la prepara para la vida en un ambiente bentónico; esta fase consta de tres subfases. Según la descripción del desarrollo de larvas de *Penaeus vannamei* realizada por Bermudes-Lizárraga, et. al., (2023), donde Mysis 1 presenta una longitud corporal entre 2.65 y 3.5 mm y ancho de 1.20 mm, y morfológicamente se observan cambios en el caparazón, en las anténulas, antenas, pereiópodos, urópodos y telson; en el segundo subestadio Mysis 2, la larva aumenta su longitud a 3.13 hasta 4.00 mm promedio, y notoriamente se observa la presencia de pleópodos no segmentados; y en mysis 3, la longitud promedio varía de 3.68 a 4.50 mm, y la larva mantiene la posición vertical con la cabeza flexionada, aquí los pleópodos están desarrollados y aparece la primera espina rostral, denotando un pedúnculo pigmentado.

**Postlarva.** Una vez finalizada la fase larvaria, es fundamental considerar la fase prejuvenil-postlarvaria, en la cual, tras la fase de mysis, la morfología larvaria se asemeja a la del camarón adulto, caracterizado por la natación hacia adelante y una cabeza ancha. El desarrollo larvario en la acuicultura india, estudiado por Priyadarshini & Kumar (2023); el número de subestadios alcanza hasta los 35, donde los cambios notoriamente en la talla del organismo varían cada 24 horas. Su longitud promedio alcanza 4.00 y 6.00 mm y de ancho aproximadamente 1.50 mm.

## **1.6 Manejo técnico y productivo en un laboratorio de larvas de camarón**

### ***Calidad de agua***

La calidad del agua es reconocida como el factor abiótico más influyente en el éxito de la acuicultura, según (Dung, et. al., 2024) también indica que el mantenimiento de estos parámetros estables es crucial, ya que cualquier fluctuación es capaz de imponer un estrés osmótico en las larvas, dificultando su metabolismo y sistema inmunológico. Reforzando el estudio con la investigación de Chica (2019), explica que la calidad de agua en parámetros fisicoquímicos constituye un factor esencial para asegurar una buena producción, esto implica obtener mejores resultados de crecimiento y supervivencia en el cultivo.

Entre estos parámetros de estudio se encuentra la temperatura, salinidad, el potencial de hidrógeno (pH), y el oxígeno disuelto, dichos constituyen factores críticos que influyen directamente en la fisiología y el comportamiento de la larva, por lo tanto, sirve para conocer las

variaciones fuera de los rangos determinados que pueden inducir estrés, provocando la disminución de ingesta de alimento y afectar negativamente el crecimiento y supervivencia de la producción. Para esto, es esencial el monitoreo constante y la regulación precisa de los parámetros para un cultivo garantizado (Falola et. al. 2024).

**Temperatura.** *P. vannamei* es un animal marino ectotérmico, esto permite que su capacidad de adaptación a cualquier medio se vincule con su metabolismo energético, La investigación realizada por Kirt, et. al., (2023) dice que las temperaturas óptimas para los primeros estadios larvales van de 25 a 34°, logrando que el organismo alcance su máxima eficiencia energética. Además de que el gasto metabólico se reduce y su termorregulación no genera estrés al organismo, permitiéndole facilitar los procesos de absorción de nutrientes, acumulación de reservas y así mismo el crecimiento.

Cualquier desviación significativa de este rango óptimo desencadena una respuesta de estrés térmico que altera el equilibrio energético del camarón. Según los estudios de Kir et. al. (2023), ellos evidenciaron que cuando el organismo destina menos energía a mantener su equilibrio interno, se compromete su capacidad para procesar el alimento y aprovechar los nutrientes de manera eficiente. En consecuencia, el manejo riguroso de la temperatura resulta fundamental en la cría de larvas, pues incide directamente en la rentabilidad y productividad del cultivo. Un manejo térmico deficiente puede ocasionar un desarrollo considerablemente menor y postlarvas de tamaño reducido, sin importar que tan completa sea la alimentación proporcionada.

**Salinidad.** La salinidad es un factor crítico que se constituye como la cantidad total de iones disueltos que se encuentran en el agua, su expresión tradicionalmente se mide en ppt. Un estudio realizado por Moraga, P., et. al. (2015) donde mencionan que el cloruro de sodio constituye aproximadamente el 80% de las sales que están presentes en el agua marina, y el 20% restante a otros iones en el medio. Las larvas se desarrollan en salinidades entre 28-35ppm, y las postlarvas tienen una tolerancia elevada, por otra parte, el agua de mar posee conductividad eléctrica, y como resultado esta la interacción iónica; (García, et. al., 2018) demuestran que a bajas concentraciones salinas los organismos, en este caso las larvas de camarón blanco destinan mayor cantidad de energía a la osmorregulación, reduce su crecimiento, e incrementa, además, la excreción de amonio, afectando la tasa respiratoria y deteriorando la calidad del agua del medio por la producción de dióxido de carbono.

**Potencial de Hidrógeno (pH).** Es un parámetro fisicoquímico esencial determinado por la concentración de iones de hidrógeno ( $H^+$ ). Esta medición se expresa mediante una escala logarítmica que cuantifica la acidez o alcalinidad de la solución acuosa. En la larvicultura, el pH no afecta directamente el equilibrio larval; las larvas reciben el tratamiento adecuado y se determina la solubilidad y toxicidad de numerosos componentes, con especial atención a los subproductos del metabolismo del nitrógeno (Jiang, et. al., 2024); cabe destacar que las deficiencias o el aumento por encima de estos niveles provocan cambios drásticos que pueden perjudicar la salud ecológica de los tanques de producción.

Mantener el pH dentro de los rangos aptos son cruciales, porque pueden prevenir enfermedades futuras. Según (Kir, et. al., 2023) un pH estable entre 7.5 y 8.5 favorece la regulación osmótica interna de las larvas y asegura la máxima de la actividad de las enzimas digestivas, siendo esencial para su crecimiento.

**Oxígeno disuelto.** Garnica (2016) señala que, el oxígeno en uno de los factores críticos en la acuicultura se encarga de regular el metabolismo de los organismos, la eficiencia en la conversión alimenticia, el apetito del organismo, es decir, una disminución inmediata de oxígeno en los tanques de producción debilitaría el metabolismo de las larvas. Boyd C. E. (2018) afirma que la cantidad de oxígeno que puede disolverse en el agua está inversamente relacionada con la temperatura y la salinidad: cuánto más caliente o salada está el agua de mar, menor es su capacidad de retener oxígeno.

Además, indica que a dinámica del oxígeno disuelto en un estanque depende de dos procesos claves que ocurren simultáneamente: la producción, generada por fitoplancton y la aireación mecánica; y el consumo proveniente de la respiración de los organismos cultivos, los microorganismos y la descomposición de la materia orgánica. Cuando la demanda de consumo supera la producción, los niveles de oxígeno disuelto caen peligrosamente. Por esto (Nazarudin et. al., 2025) también validan en su investigación, que establece los niveles aceptables idealmente por encima de 5mg/L; si el oxígeno cae por debajo de 3mg/L el crecimiento de las larvas se ve severamente comprometidas; esto señala entonces que niveles 4 a 5mg/L son aceptables.

## ***Alimentación***

Carvajal y Bolaños (2015) indican que la alimentación es un proceso clave en los sistemas de producción de larvas de camarón, y se clasifican en dietas líquidas (vivas) y secas (preparadas). Las dietas líquidas se utilizan en las primeras etapas debido al desarrollo incompleto de las piezas bucales y la baja actividad enzimática de las larvas (Jaime-Ceballos, 2006), mientras que el alimento seco se administra desde la etapa de mysis, en proporciones iniciales de 50-50, aumentando gradualmente hasta la etapa postlarval. La composición nutricional de estos alimentos se basa principalmente en contenido proteico, para aquello es importante incorporar la cantidad de nutrientes en su dieta.

### **1.7 Aditivo Safmannan®**

Safmannan® es un extracto de la pared celular de *Saccharomyces cerevisiae* altamente concentrado de manano-oligosacáridos y betaglucanos (Battilana, 2019). Por un lado, ayuda a reducir el riesgo de enfermedades gastrointestinales al disminuir la colonización de patógenos bacterianos como *Salmonella*, *E. coli*, *Vibrio spp.* y *Clostridia*, y por otro lado simultáneamente fomenta el aumento de la cantidad de bacterias beneficiosas en el intestino (Phileo by Lesaffre, 2022).

### ***Descripción del producto***

El suplemento alimenticio natural para especies acuáticas, conocido comercialmente como Safmannan®, consiste en un extracto de la pared celular de *Saccharomyces cerevisiae*, donde contiene betaglucanos >24%, mananos >22% y excipientes c.s.p 100 g; este producto se integra a la ración de larvas y postlarvas para mejorar la salud intestinal, estimular el sistema inmunológico y favoreciendo la digestión en sistemas de larvicultura (Phileo by Lesaffre, 2023).

### ***Mecanismos fisiológicos de B-glucanos y MOS***

Según (Hadiuzzaman, et al., 2022) la acción de B-glucanos en los organismos acuáticos constituyen un mecanismo de inmunomodulación directa que impacta la fisiología energética y la defensa del huésped. Estos compuestos son un constituyente no digerible que, a pesar de no aportar valor nutricional directo, actúan como un potente inmunoestimulante.

Este artículo menciona que la respuesta fisiológica se inicia cuando los B-glucanos son identificados por los receptores de reconocimiento de patrones en la superficie de las células inmunes, como los macrófagos y los leucocitos. Esta identificación forma parte de la primera línea de defensa del sistema inmune de los crustáceos.

Los mananos actúan como prebióticos en el intestino, favoreciendo la actividad y el crecimiento del microbiota beneficioso, esto siguiendo el estudio realizado por Minh (2010), y además pueden unirse a las lectinas existentes en la superficie de bacterias Gram negativas, como vibrios, impidiendo su adhesión al epitelio intestinal y, por lo tanto, reduciendo la colonización por patógenos en el tracto gastrointestinal. (Phileo by Lesaffre, 2023).

### ***Inmunoestimulación Activa de B-glucanos y MOS***

Los B-glucanos son polisacáridos cruciales debido a su capacidad para modular directamente los mecanismos de defensa naturales del camarón, puesto que, al interactuar con los receptores de las células inmunitarias, estos compuestos desencadenan una respuesta protectora que activa el sistema de la profenoloxidasa e incrementa la eficacia de la actividad fagocítica, una doble acción que resulta fundamental porque, como señalan Campa-Córdova et. al. (2005), potencia los mecanismos de defensa naturales del organismo y mejora significativamente su resistencia a enfermedades.

Considerando el estudio de Marchetti et. al. (2025), al mejorar la salud intestinal, y su sistema inmunológico, las larvas muestran menor mortalidad frente a condiciones de estrés ambiental, variaciones de calidad de agua e incluso a exposiciones con patógenos.

## **1.8 Evidencia global en crecimiento y supervivencia de larvas de camarón**

El desempeño larval del camarón ha sido objeto de una amplia investigación internacional durante los últimos años, debido al impacto que la supervivencia temprana tiene sobre la eficiencia productiva y el rendimiento en las etapas posteriores del cultivo. Entre 2020 y 2024, la literatura científica ha demostrado avances significativos en la comprensión de los factores biológicos, microbianos y ambientales que regulan el crecimiento y la supervivencia de *P. vannamei* y otras especies peneidas.

Uno de los aportes más relevantes proviene del estudio de la dinámica microbiana a lo largo del desarrollo larvario, Wang et al. (2020) describieron patrones en el microbiota que van desde nauplios hasta postlarva. La importancia de mantener un equilibrio microbiano también se ha documentado en condiciones de laboratorio, como es el estudio de Reyes et al. (2022) donde identificaron biomarcadores microbianos asociados con tanques de alta y baja supervivencia en criaderos afectados por la enfermedad de Necrosis Hepatopancreática Aguda, demostrando que la presencia diferencial de ciertos taxones bacterianos predice el éxito del lote larvario.

Un estudio posterior del mismo grupo (Reyes, et al., 2023) confirmó que los perfiles microbianos en tanques afectados por vibriosis describen firmas específicas asociadas a mortalidades elevadas, reforzando a idea de que la comunidad bacteriana funciona como un indicador temprano de riesgo sanitario.

Además de los avances realizados con microorganismos benéficos, la evidencia más reciente subraya que, aunque los probióticos continúan siendo una herramienta valiosa para modular el microbiota y mejorar el desempeño del camarón, el mayor impacto productivo observado en los últimos años proviene del uso estratégico de prebióticos, como son los derivados de *S. cerevisiae* los MOS y B-glucanos que han ganado relevancia debido a su capacidad para estimular selectivamente bacterias benéficas, fortalecer la inmunidad innata y mejorar la tolerancia frente a patógenos, según el artículo publicado por Manyise et al. (2024)

Este cuerpo de evidencia reciente destaca que, si bien los probióticos continúan siendo un recurso útil, los prebióticos se posicionan como una herramienta más robusta y eficaz para mejorar la supervivencia y estabilidad fisiológica durante el desarrollo temprano del camarón.

## Capítulo III

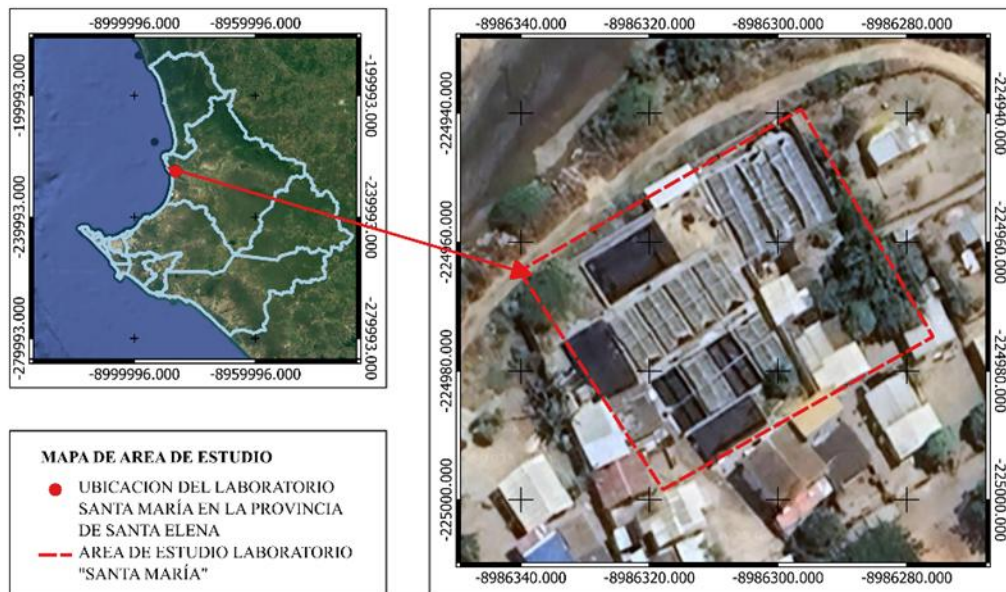
### Marco metodológico

#### 1.9 Descripción del área de estudio

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en un Laboratorio de larvas que se encuentra ubicado en la comuna Palmar del cantón Santa Elena, perteneciente a la provincia de Santa Elena – Ecuador, vía del Pacífico ruta del Spondylus con las siguientes coordenadas  $2^{\circ}01'14.1''S$   $80^{\circ}43'31.5''W$ .

**Figura 1**

*Ubicación geográfica de Laboratorio Santa María*



*Nota:* Mapa de zona geográfica a nivel provincial y ubicación del área de estudio, elaborados con QGIS.

### **1.10 Enfoque y tipo de investigación**

Este presente trabajo constituye una investigación de carácter experimental con enfoque cuantitativo, cuyo propósito es evaluar el efecto de Safmannan® sobre el crecimiento y supervivencia de postlarvas de *P. vannamei*.

Para esta investigación se establecieron dos fases de investigación, en donde se consideraron los parámetros de rendimiento productivo y la observación micro y macroscópica de los organismos de estudio. La primera fase se desarrolló durante el periodo de enero a marzo, aplicando la dosificación del producto por: el número de postlarvas, mientras la segunda fase se llevó a cabo en los meses de julio a agosto, aplicando la dosificación del producto por: cantidad de alimento suministrado.

### **1.11 Diseño experimental**

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA). El ensayo se dividió en dos fases de dosificación distintas:

Fase 1, dosificación del producto por el número de postlarvas.

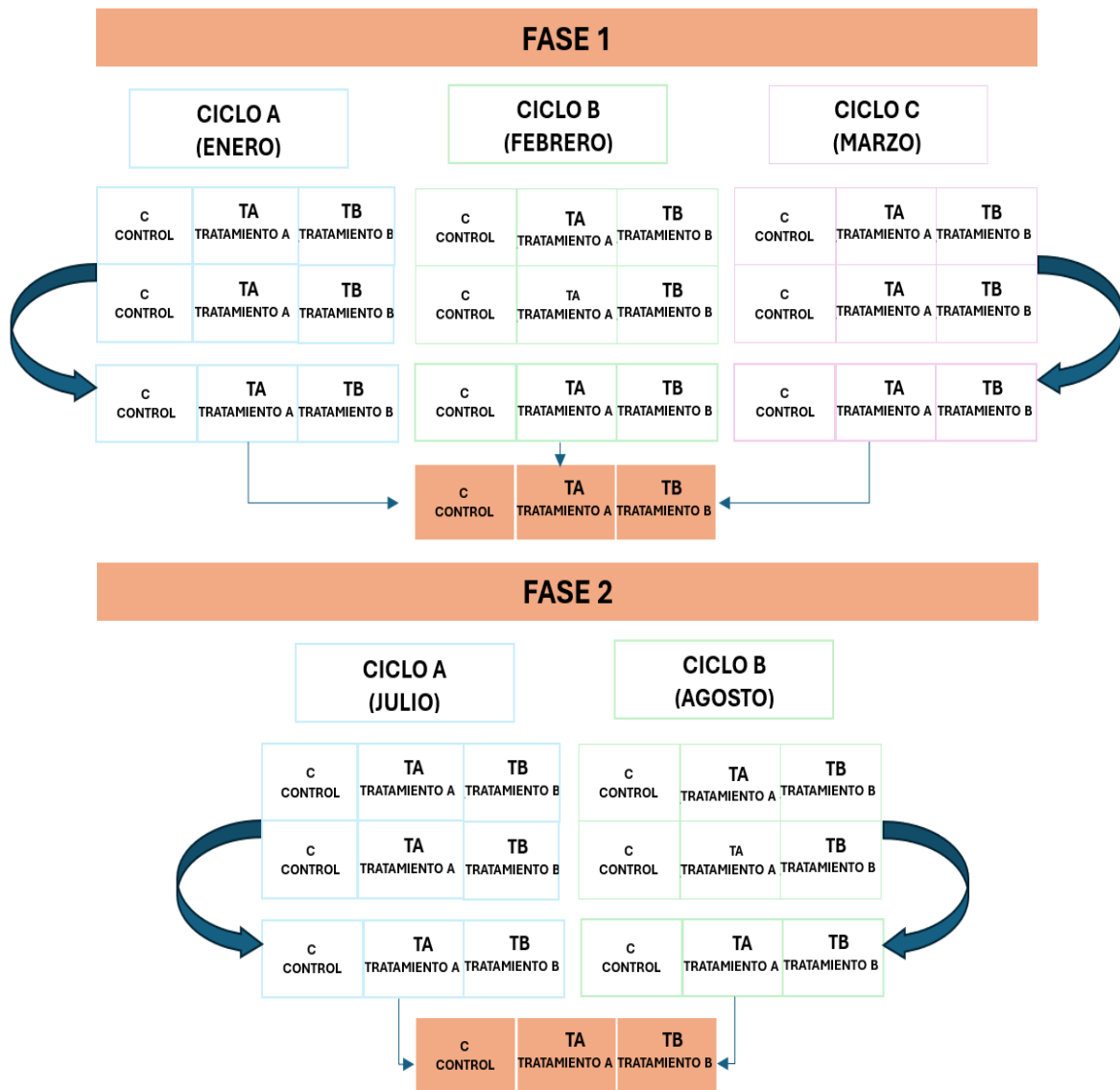
Fase 2, dosificación del producto por la cantidad de alimento suministrado (kg de alimento)

El estudio se replicó durante cinco ciclos de producción. Se utilizaron 6 unidades experimentales por ciclo, cada uno con capacidad máxima de 16 toneladas métricas.

De esta manera, al concluir el estudio se obtuvieron un total de 10 réplicas por tratamiento (Control, TA y TB), sumando un total de 30 unidades experimentales utilizadas para el análisis estadístico. La consolidación de los datos de los ciclos en cada fase indicada en la Figura 2, permitió el cálculo de medias aritméticas para determinar la eficacia comparativa de los tratamientos y el impacto de los diferentes protocolos de dosificación.

**Figura 2**

*Diseño experimental*



*Nota:* El diagrama ilustra la distribución temporal del estudio dividido en 2 fases, y sus grupos experimentales correspondientes; las flechas curvas indican el proceso metodológico de consolidación de datos para obtener un valor representativo por cada fase.

**Tabla 1***Descripción de los tratamientos estudiados con su dosificación*

GRUPO	TRATAMIENTO	FASE 1	FASE 2
		Dosis (g/millón PL)	Dosis (g/kg alimento)
Control	Sin adición de Safmannan <sup>®</sup>	0	0
TA	Adición de Safmannan <sup>®</sup>	5	5
TB	Adición de Safmannan <sup>®</sup>	10	10

**1.12 Población de estudio**

Para el manejo de las larvas de camarón utilizadas en los tanques de cultivo se siguió el protocolo establecido por el laboratorio, siguiendo prácticas de higiene, desinfección, recepción, siembra, alimentación y aplicación de medidas profilácticas en caso de ser requeridas. La asignación de nauplios y elección de tanques fue aleatoria, utilizando dos tanques de cultivo por tratamiento. A continuación, se detalla la población promedio de dos unidades experimentales en cada tratamiento y densidades de siembra.

**Tabla 2***Población promedio y densidad de siembra por tratamientos, fase I*

Ciclo	Control		Tratamiento A		Tratamiento B	
	Población	Densidad N/L	Población	Densidad N/L	Población	Densidad N/L
A	2.400.000	150	2.450.000	153	2.350.000	146
B	2.700.000	168	2.900.000	181	2.400.000	150
C	2.300.000	143	2.400.000	150	2.300.000	143

**Nota:** Densidades obtenidas durante los ciclos de producción de cada tratamiento aplicado.

**Tabla 3**

*Población promedio y densidad de siembra por tratamientos, fase 2*

Ciclo	Control		Tratamiento A		Tratamiento B	
	Población	Densidad N/L	Población	Densidad N/L	Población	Densidad N/L
A	1.500.000	93	1.500.000	93	1.500.000	93
B	1.500.000	93	1.500.000	93	1.500.000	93

*Nota:* Densidades obtenidas durante los ciclos de producción de cada tratamiento aplicado.

### 1.13 Desinfección y tratamiento de agua

Los recipientes o tanques destinados a recibir los nauplios deben ser desinfectados, dos días previo de la siembra, utilizando agua a presión y 1 g de cloro, posterior a eso se enjuaga con suficiente cantidad de 1,5 g de Ácido Ascórbico para neutralizar el cloro aplicado, se adiciona 5 g de EDTA y 5 g de Cal por tonelada métrica. Se revisa el revestimiento de cada tanque para detectar posibles rupturas en el plástico. Un día anterior se llena el tanque con agua a una salinidad de 32 ppm y una temperatura deseada próxima a 31° C y se agrega 1g Ácido Ascórbico por tonelada métrica.

### **1.14 Siembra de nauplios**

Una vez trasladada el agua a los tanques, se alcanza la cantidad de 8 toneladas métricas, es decir, la mitad del tanque de cultivo, se distribuyen los millones de nauplios de acuerdo con la capacidad de cada tanque. Se agrega la cantidad de nauplios designado para cada tanque, aplicando la aclimatación de las larvas, donde se sumerge la bolsa de nauplios y en el transcurso de 20-30 minutos se retira la bolsa liberando los nauplios en el tanque de cultivo.

### **1.15 Alimentación**

#### ***Alimentación de Nauplio a Zoea***

Durante la etapa de nauplio a mysis se alimenta con dieta líquida, que consiste en una mezcla de algas y vitaminas. Se empieza a aplicar, posterior a las 12 horas de siembra, el primer alimento a base de dieta líquida, con tamaño de 5-50  $\mu$  durante los 3 días. La dieta líquida se administra en baldes, con aproximadamente 5 g por cada millón de nauplios, en intervalos de 3 horas, sumando un total de 8 dosis diarias. Durante esta etapa, el agua debe mantenerse a una temperatura de 31°C. La salinidad se ajusta a 32 ppm. Se realizan observaciones al microscopio durante el desarrollo larvario.

### ***Alimentación de Mysis a Postlarva***

En la etapa de mysis a postlarva se alimenta con una dieta seca, añadiendo de 15 a 28 g por cada millón de larvas de artemia, algas como espirulina, vitaminas; donde se incluye el prebiótico correspondiente, en una cantidad de 5 g por millón de larvas. Los productos aplicados deben medir entre 50 a 100  $\mu$ . Estos componentes se disuelven en una pequeña cantidad de agua y se vierten en los tanques, alimentando cada 4 horas.

### ***Alimentación de Postlarvas***

En la etapa de postlarva la dieta se compone únicamente de alimento balanceado, administrando entre 28 hasta 225 g por millón de larvas, artemia, donde se incluye la cantidad correspondiente de vitaminas en cantidades de 40-60 g y el prebiótico correspondiente. La cantidad de alimento aumenta conforme las larvas crecen. Se alimenta a las larvas con dosis en polvo o secas cada 4 horas. La salinidad se ajusta según los requerimientos del cliente, variando entre 1 y 30 ppm. La temperatura del agua se mantiene entre 31 y 33°C.

#### **1.16 Toma de parámetros**

Los parámetros fisicoquímicos se tomaron cuatro veces al día, mientras que el rendimiento productivo y las observaciones microscópicas y macroscópicas fueron tomadas por estadio, una vez al día.

### **1.17 Cosecha de postlarvas**

El tiempo de cosecha generalmente varía entre 5 y 7 días, dependiendo de la cantidad de siembra del laboratorio. Primero, se transfieren las larvas de los tanques a tinas de menor tamaño. Luego, se utilizan redes grandes para capturar una cantidad considerable de larvas, las cuales se colocan en balanzas y se distribuyen en cajas o tinas hasta vaciar completamente cada tanque (Godinez, Chavez, & Gomez, 2011).

### **1.18 Parámetros fisicoquímicos**

Para la toma de parámetros fisicoquímicos se empleó un medidor portátil de temperatura (°C) y oxígeno disuelto (mg/L) YSI Pro20, un medidor de salinidad impermeable HANNA, y un kit API Freshwater Test medidor de agua para medir el pH.

## 1.19 Rendimiento productivo

El rendimiento productivo se calculó mediante las siguientes ecuaciones:

### *Supervivencia*

La obtención del valor correspondiente a la tasa de supervivencia durante la corrida se calculó de acuerdo con la fórmula citada por Saldarriaga y Briones en 2005, mencionado por Soriano (2017):

$$S = \frac{\text{Población al muestreo}}{\text{Población inicial}} \times 100$$

### *Crecimiento*

Para estimar el crecimiento de la larva durante la corrida, se consideró dos métodos de conteo (Maura, 2023), volumétrico y gravimétrico.

### **Método volumétrico**

Método empleado en estadios desde Zoea hasta Postlarva 1, consiste en recolectar 4 muestras de 250 ml cada una, en 4 zonas del tanque de cultivo, si el tanque es cuadrado o rectangular considerar tomar una muestra en cada punta, obteniendo así un total de 1L.

Se procede a contar el número de larvas que se encuentran en el litro, el valor total se multiplica por el volumen de agua que presenta que el tanque. El valor que se obtiene permitirá tener una base para saber el número de larvas presentes en cada estadio.

### **Método gravimétrico**

Este método es aplicado en el estadio de Postlarva 4, que consiste en la pesca de postlarvas alrededor del tanque, inicialmente en PL 4 se toman 0,40 g de muestra, 0,50 en estadio PL5, y así progresivamente hasta alcanzar el peso de 1 gramo, a su vez se cuenta el número de larvas obtenidas, estos valores se dividen de la siguiente manera:

$$PL/g = \frac{\text{Conteo de postlarva (PL)}}{\text{Cantidad pesada (g)}}$$

### ***Biomasa***

Con objeto de determinar la biomasa para cualquier tiempo, se utilizará la siguiente fórmula. (Soriano, 2017)

$$B = \frac{\text{Peso promedio de la PL (g)} \times \text{Conteo individuos}}{1g} \times 0,001 \text{ kg}$$

### ***Tasa de conversión alimenticia***

$$FCR = \frac{\text{Alimento suministrado (kg)}}{\text{Biomasa ganada (kg)}}$$

## **1.20 Observación microscópica y macroscópica**

Se llevó a cabo la observación en fresco desde Zoea 1 hasta Pl 8, utilizando un microscopio, donde se consideraron los criterios para análisis de calidad de larva microscópico (contenido intestinal, deformidad, lípidos presentes, necrosis) y macroscópico (comportamiento larval, actividad natatoria, cantidad de alimento en el medio, homogeneidad de estadio larval y talla) según el Manual de Larvicultura de Skretting (2018).

## **1.21 Análisis estadístico**

Los datos registrados de conteo de larvas y parámetros fisicoquímicos se organizaron en una base de datos en Excel (versión 2024) y se procesaron estadísticamente mediante el software PAST versión 4.17. El análisis inició con la aplicación de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para determinar la distribución de los datos; con base en ello, se empleó el Análisis de Varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de 0.05 seguido de la prueba de Tukey para la evaluación de los parámetros fisicoquímicos, mientras que para el análisis multiparamétrico de las variables de rendimiento productivo se recurrió a la prueba PERMANOVA con sus respectivas comparaciones de pares. Finalmente, la relación entre la supervivencia y los factores ambientales se apoyó en tablas descriptivas, utilizándose el programa RStudio para la elaboración de los gráficos correspondientes.

## Capítulo IV

### Análisis e interpretación de resultados

Los datos utilizados para el análisis correspondiente a cada ciclo de producción fueron promediados por estadio larval, tanto en la fase 1 de estudio como en la fase 2.

#### 1.22 Parámetros fisicoquímicos

Durante los 5 ciclos de producción se monitorearon diariamente los parámetros fisicoquímicos del agua: temperatura, oxígeno disuelto, pH y salinidad.

##### *Temperatura*

La temperatura del agua, factor determinante para el metabolismo y la supervivencia de las larvas, se mantuvo bajo control, registrándose rangos dentro de lo normal para la larvicultura durante el estudio.

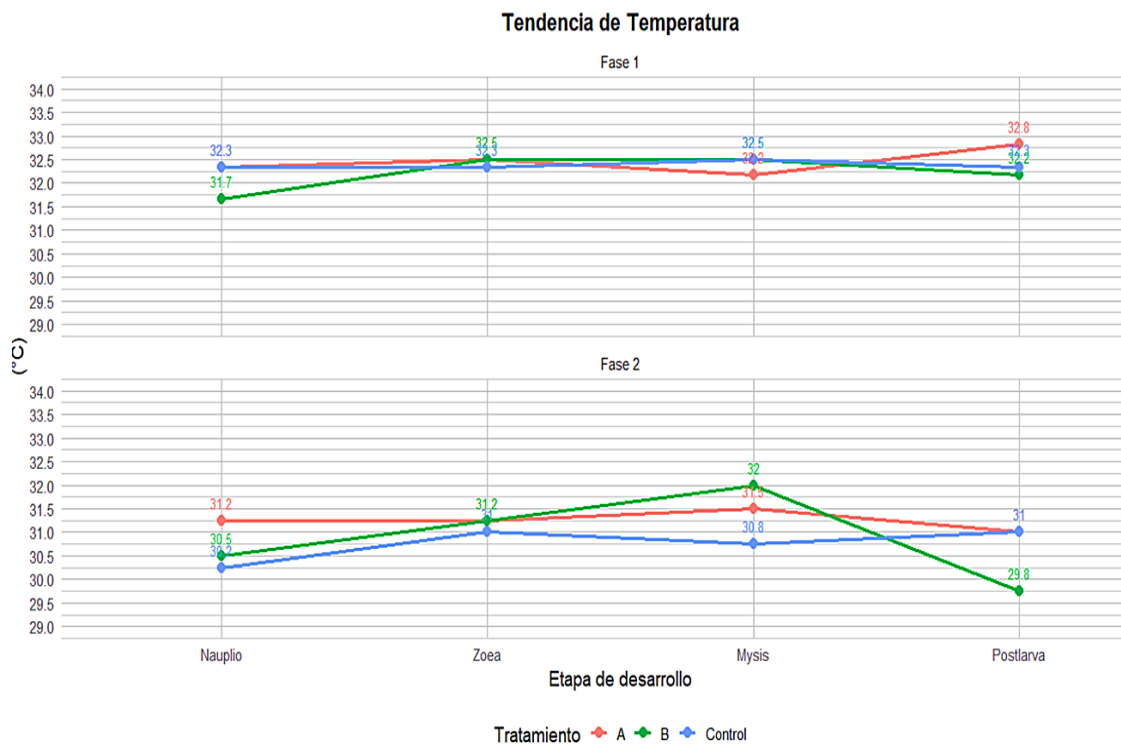
En la fase 1 (enero a marzo), las temperaturas se registraron dentro del rango normal, yendo de 32°C a 33°C. El análisis de variabilidad interna (como se observa en la Figura 3) mostró que el TB presentó la distancia de dispersión más alta, además de una mayor amplitud de caja. Esto valida que el grupo con dosis alta (TA) fue el que tuvo una mayor variabilidad interna y menor homogeneidad térmica durante esta fase, aunque el promedio se mantuviera en el rango óptimo.

Por el contrario, el TA y el grupo C mostraron una distancia de dispersión mediana significativamente más baja y ambas fueron similares, sugiriendo una mayor homogeneidad.

En contraste, la fase 2 (julio y agosto) demostró una disminución en las temperaturas en todos los tratamientos, incluido el control, con un rango de valores que fue de 29°C a 31°C. Esta situación sugiere una mayor estabilidad y homogeneidad de las variables térmicas en general para la segunda fase del experimento, superando la variabilidad observada en el TB durante la fase 1. A pesar de estas diferencias internas en la dispersión, la tendencia general de las líneas de los tres grupos (C. TA y TB) se superpuso constantemente, confirmando que la adición del prebiótico Safmannan no tuvo un efecto discernible en el promedio de la temperatura del agua.

**Figura 3**

*Tendencia de Temperatura, por estadios larvales en fase 1 y fase 2*



## *Oxígeno Disuelto*

El análisis de la tendencia del OD a lo largo de las etapas de desarrollo demostró que se mantuvo en niveles aceptables y la concentración fluctuó levemente entre las fases y los estadios larvales.

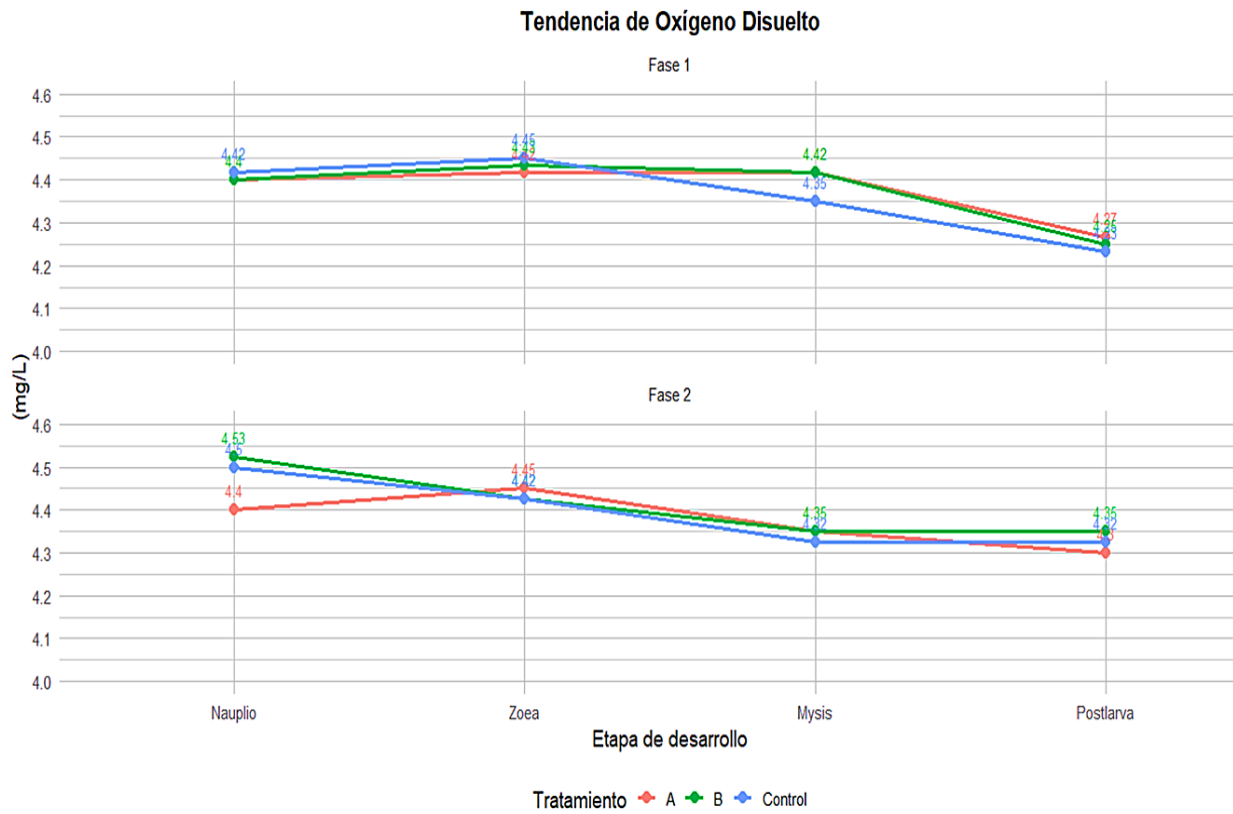
Durante la fase 1, la concentración OD fue altamente homogénea entre los tratamientos. El valor máximo de OD se alcanzó en la etapa de Zoea para el TB (4.45mg/L), mientras que el valor más bajo se registró en la etapa de Postlarva para el grupo C (4.25mg/L). Se observó una tendencia general de disminución del OD en todos los grupos, disminuyendo a un promedio de 4.41mg/L en Nauplio hasta 4.28mg/L en Postlarva, asociado al aumento de la biomasa y el consumo del alimento.

En fase 2, se registró una mayor variación inicial en Nauplio, donde el TB y el grupo C (4.53mg/L) superaron ligeramente al TA (4.40mg/L). Sin embargo, en las etapas subsiguientes (Zoea y Mysis), los tratamientos convergieron rápidamente, manteniendo una diferencia mínima entre sí. El OD mostró una disminución marcada desde Nauplio (4.53mg/L) hasta Mysis (4.34mg/L) en todos los grupos. Finalmente, la concentración se estabilizó en la etapa de Postlarva, con valores que oscilaron entre 4.30mg/L (TA) y 4.34mg/L (C y TB).

En ambas fases, las variaciones de OD entre los tratamientos fueron mínimas, lo que indica que la adición de Safmannan no impactó de manera diferencial la concentración de oxígeno en el agua.

**Figura 4**

*Tendencia de Oxígeno Disuelto durante la fase 1 y fase 2*



**Nota:** A lo largo de las etapas larvales se demostró que la concentración fluctuó levemente entre las fases y los estadios.

## ***Potencial de Hidrógeno***

El pH del agua se mantuvo dentro del rango óptimo para el desarrollo de las postlarvas de *Penaeus vannamei* (7.7 a 8.3) durante ambas fases del estudio. La variación entre los tratamientos fue mínima en la fase 1, mientras que en la fase 2 se observaron fluctuaciones más notables entre el grupo Control y los tratamientos con Safmannan®.

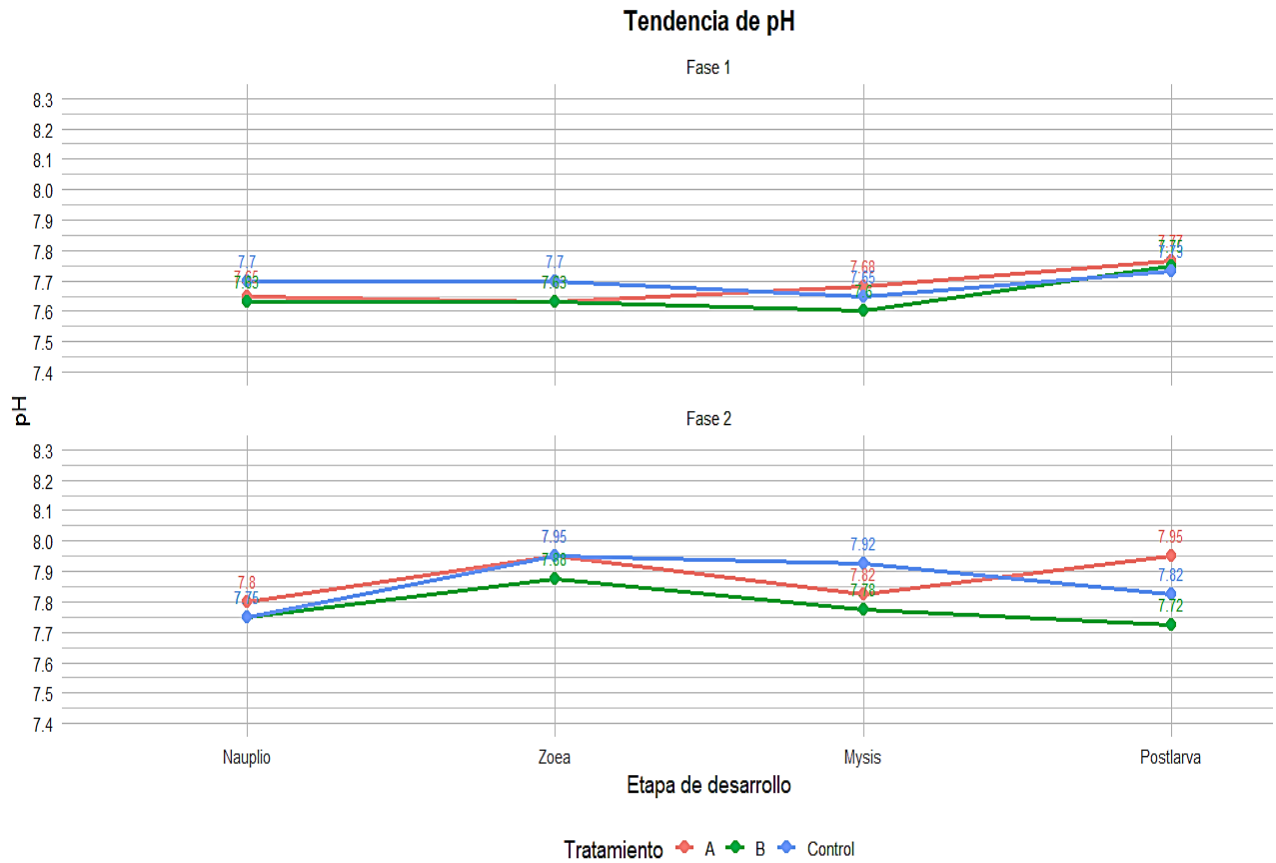
En la fase 1, las concentraciones de pH mostraron una gran estabilidad y convergencia entre los grupos. El pH promedio se mantuvo en el rango de 7.64 a 7.77. Se registró el valor más alto en la etapa de Postlarva para el TA (7.77), mientras que el más bajo se observó en la etapa de Mysis para el TB (7.63). Las líneas de tendencia del TA (rojo), TB (verde) y Control (azul) se mantuvieron casi superpuestas a lo largo de las etapas, indicando que la dosificación de Safmannan® no impactó significativamente la alcalinidad del agua en esta fase.

La fase 2 presentó una mayor divergencia de pH, especialmente en las etapas finales. El pH osciló entre 7.75 y 7.95. El valor máximo se registró en la etapa de Zoea para el TB (7.95), y el valor más bajo en la etapa de Postlarva para el TB (7.75). Se observó que el grupo C tendió a mantener un pH más alto que los grupos con aditivo, alcanzando 7.92 en Mysis y 7.82 en Postlarva, mientras que el TB (dosis alta) mostró una caída desde 7.95 en Zoea a 7.75 en Postlarva, evidenciando una tendencia a la baja en la alcalinidad. A pesar de estas variaciones, todos los

valores se mantuvieron dentro del rango de tolerancia para la especie, sugiriendo que la gestión de la calidad del agua fue efectiva en ambos protocolos de dosificación.

**Figura 5**

*Tendencia de pH en fase 1 y fase 2*

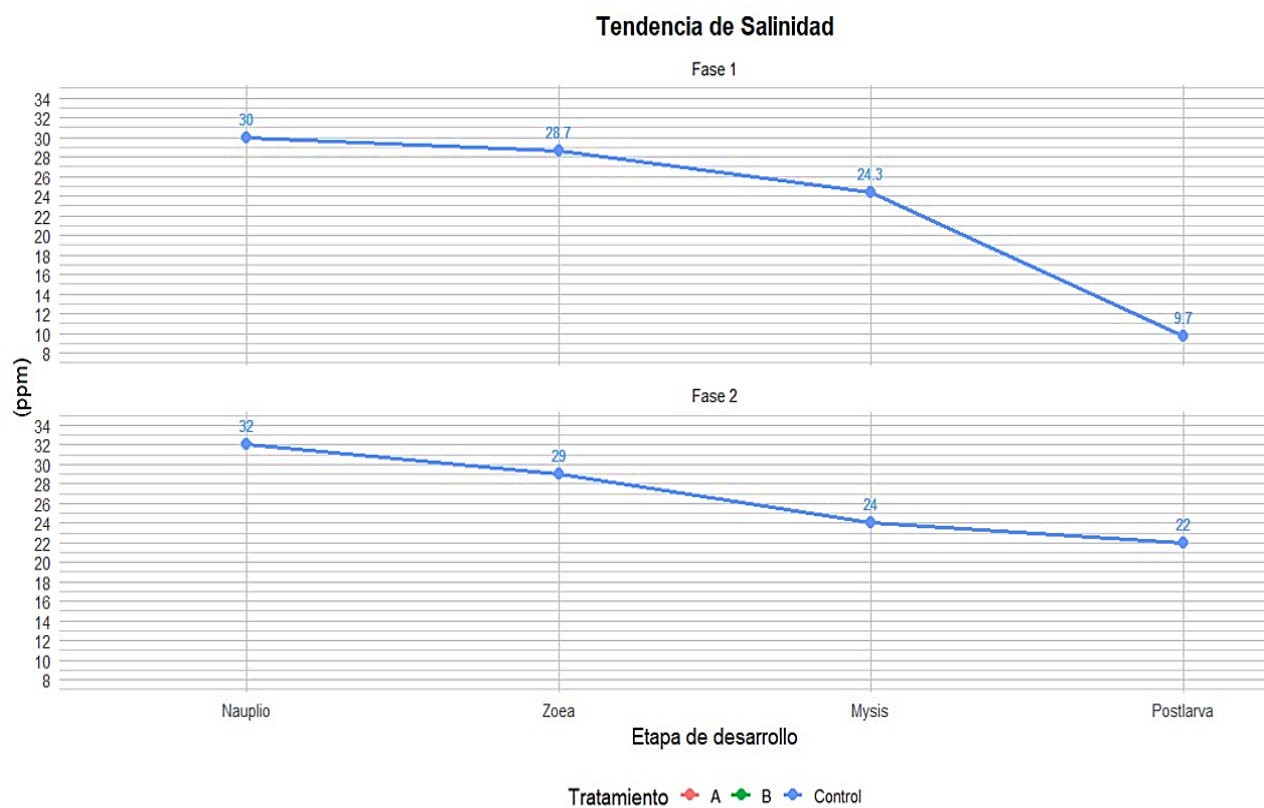


## Salinidad

En la fase 1 y 2, la salinidad permanece estable desde Nauplio hasta Mysis y al llegar a Postlarva 5 denota una reducción debido a la salinidad requerida por la camaronera de destino (aproximadamente 10-14ppm). Las dos fases de producción mantienen una relación similar, debido a que normalmente se manejan los niveles de salinidad estandarizados (Figura 6).

**Figura 6**

*Tendencia de Salinidad en fase 1 y fase 2*



**Nota:** Se observa una reducción en la salinidad desde Mysis hasta Postlarva, por los requerimientos de la camaronera de destino

### **1.23 Rendimiento productivo**

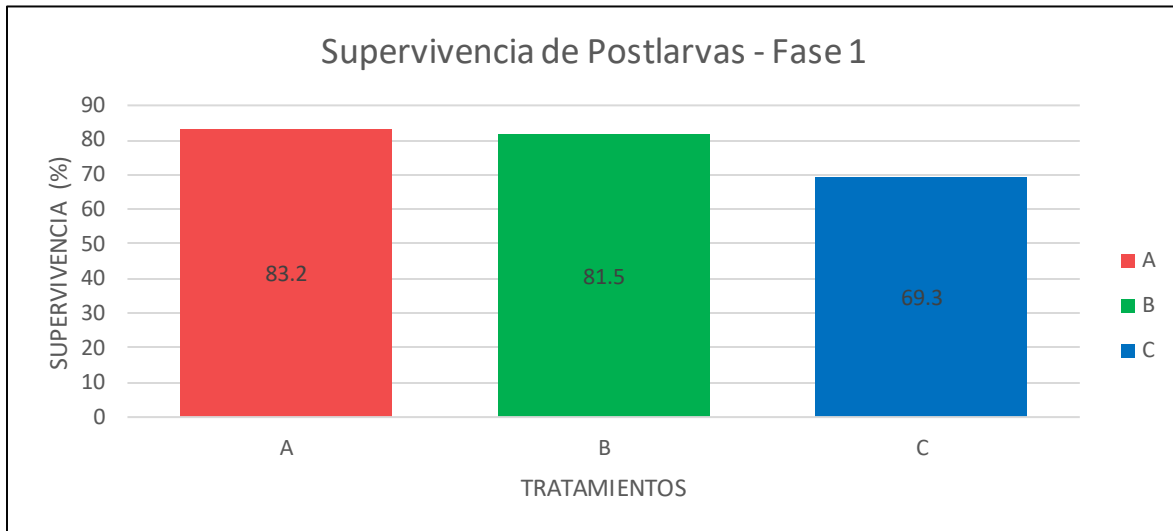
Durante la fase experimental, se evaluaron parámetros como supervivencia y mortalidad, además de crecimiento en donde se apreciaron características evaluativas considerando el peso inicial y final, para la obtención y comparación de la ganancia de peso obtenida por tratamientos, y la conversión alimenticia.

#### ***1.23.1 Supervivencia***

Se valida la mayor supervivencia en los tratamientos de estudio, tanto A como B, a diferencia de control. Durante la fase 1, diferenciada por administrar la dosificación del producto por el número de población de estudio, los tratamientos A y B mostraron una tasa de supervivencia significativamente superior, alcanzando valores por encima del 81.5%. Demostrando así la efectividad de la fase 1, especialmente en el tratamiento A, también se apreció el porcentaje de supervivencia obtenida en el tratamiento A en la fase 2, con esto, se consolida a este tratamiento como el más efectivo, ofreciendo un mayor rendimiento.

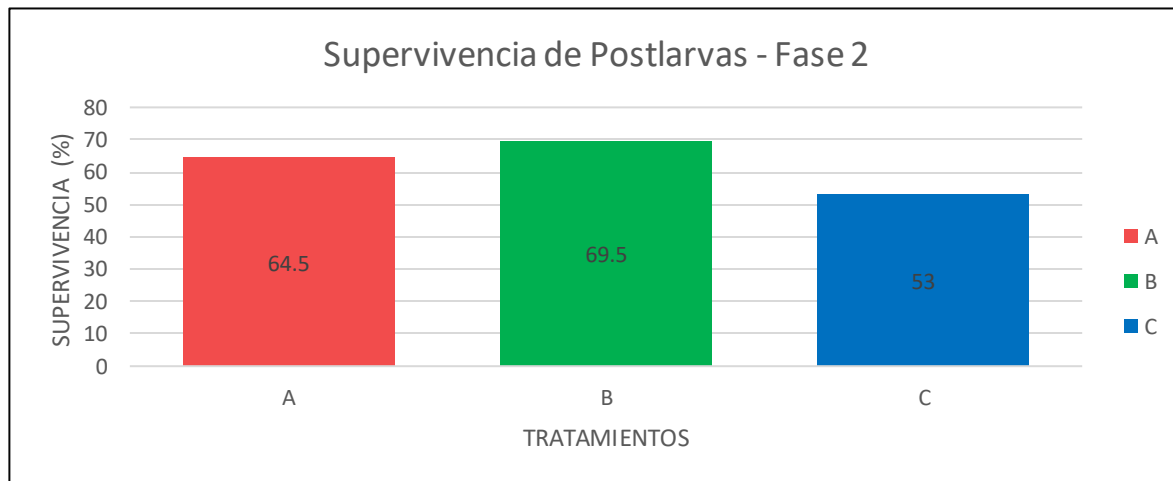
**Figura 7**

*Representación de supervivencia promediada durante la fase 1*



**Figura 8**

*Representación de supervivencia promediada, durante la fase 2*



### ***1.23.2 Crecimiento***

Para la evaluación del crecimiento del cultivo, se consideró el método gravimétrico, por aquello se tomaron a consideración los valores alcanzados a partir de postlarva.

**Tabla 4***Pesos obtenidos en los tratamientos experimentales*

<b>Fase 1</b>				
	<b>Tratamientos</b>	<b>Réplica</b>	<b>Peso inicial (kg)</b>	<b>Peso final (kg)</b>
CICLO A	Control	1	1.5	4.5
		2	1.4	4.5
	A	1	2.1	4.9
		2	2	4.9
	B	1	2.1	5.4
		2	2.1	5.3
CICLO B	Control	1	1.4	4.2
		2	1.5	4.4
	A	1	1.4	4.2
		2	1.8	4.1
	B	1	1.6	4.3
		2	1.5	4.5
CICLO C	Control	1	1.5	4.4
		2	1.4	4.3
	A	1	1.4	4.4
		2	1.9	4.4
	B	1	2	4.5
		2	1.8	4.3
<b>Fase 2</b>				
CICLO A	Control	1	1.5	4
		2	1.4	4.5
	A	1	2.1	4
		2	2	4.4
	B	1	2.1	4.5
		2	2.1	4.4
CICLO B	Control	1	1.4	4.2
		2	1.5	4.4
	A	1	1.4	4.2
		2	1.8	4.1
	B	1	1.6	4.3
		2	1.5	4.5

### ***1.23.3 Tasa de Conversión Alimenticia***

Referente al análisis de conversión alimenticia, se obtuvo promedios que sirvieron como indicadores clave para la eficiencia productiva y la rentabilidad del cultivo, estos se ubican en la Tabla 5. En esta métrica, un valor más bajo es mejor, ya que indican que se requirió menos alimento para que las larvas tengan un crecimiento deseado.

Con esta información se validó que en la mayoría de los ciclos la fase 1 fue la más efectiva, mantuvo una ganancia de peso superior a 1.3 kg en todos los ciclos y exhibió la mejor eficiencia alimenticia. El TB fue el menos eficiente; semejante, el análisis de la fase 2 también refleja al TA como el más eficiente de ellos.

Así, cada ciclo productivo, iniciando con la fase 1, confirma que en el Ciclo A el TA obtuvo una ganancia promedio de 1.2 kg y conversión alimenticia de 1.3 kg; en el Ciclo B de igual manera el TA (1.3 kg y 1.2 kg); el Ciclo C valida al TA (1.2 kg y 1.3 kg); en la fase 2 acontece lo mismo, en el ciclo A se tiene al TA como el más efectivo (1.2 kg y 1.3 kg) y por último al Ciclo B con el TA (1.1 kg y 1.3 kg).

**Tabla 5***Ganancia de peso y conversión alimenticia obtenida*

<b>Fase 1</b>				
	<b>Tratamientos</b>	<b>Réplica</b>	<b>Ganancia de peso (kg)</b>	<b>Conversión alimenticia (kg)</b>
CICLO A	Control	1	3	1.07
		2	3.1	1.03
	A	1	2.8	1.43
		2	2.9	1.38
	B	1	3.3	1.21
		2	3.2	1.25
CICLO B	Control	1	2.8	1.07
		2	2.9	1.21
	A	1	2.8	1.25
		2	2.3	1.52
	B	1	2.7	1.22
		2	3	1.13
CICLO C	Control	1	2.9	1.14
		2	2.9	1.24
	A	1	3	1.23
		2	2.5	1.40
	B	1	2.5	1.32
		2	2.5	1.56
<b>Fase 2</b>				
CICLO A	Control	1	2.5	1.40
		2	3.1	0.97
	A	1	1.9	1.84
		2	2.4	1.25
	B	1	2.4	1.46
		2	2.3	1.30
CICLO B	Control	1	3.1	0.97
		2	2.5	1.32
	A	1	3	1.00
		2	2.7	1.30
	B	1	1.9	1.58
		2	2.5	1.36

### 1.24 Análisis microscópico y macroscópico en fresco

Las observaciones micro y macroscópicas se realizaron diariamente desde Zoea hasta Postlarva, durante 5 ciclos de producción, en los cuales no presentaron anomalías.

**Tabla 6**

*Observaciones microscópicas, fase 1*

		Estadios	Contenido intestinal	Deformidad	Lipidos presentes	Necrosis
Ciclo A	Tratamiento A	Zoea	90	90	90	0
		Mysis	95	85	85	0
		Postlarva	95	90	90	0
	Tratamiento B	Zoea	95	90	90	0
		Mysis	95	90	90	0
		Postlarva	95	90	90	0
	Control	Zoea	80	85	85	0
		Mysis	90	90	85	0
		Postlarva	85	90	90	0
Ciclo B	Tratamiento A	Zoea	90	85	90	0
		Mysis	95	90	85	0
		Postlarva	90	85	90	0
	Tratamiento B	Zoea	90	90	90	0
		Mysis	90	90	90	0
		Postlarva	90	90	90	0
	Control	Zoea	80	85	85	0
		Mysis	85	85	85	0
		Postlarva	85	85	85	0
Ciclo C	Tratamiento A	Zoea	85	85	85	0
		Mysis	90	90	90	0
		Postlarva	90	90	85	0
	Tratamiento B	Zoea	90	90	85	0
		Mysis	95	95	90	0
		Postlarva	95	95	90	0
	Control	Zoea	85	85	85	0
		Mysis	85	90	90	0
		Postlarva	85	90	90	0

En la Tabla 6 se observó que el contenido intestinal durante cada tratamiento se mantuvo en el TA con 91%, el TB con 92% y control con 84%; la deformidad del TA con 87%, TB con 91%, y C con 87%, mientras que la presencia de lípidos se vio reflejada en el TA con 87%, el TB con 84% y C con 86%. No existió presencia de necrosis durante esta fase.

**Tabla 7**

*Observaciones macroscópicas, fase 1*

		Estadios	Comportamiento de la larva	Actividad natatoria	Cantidad de alimento en el medio	Homogeneidad de estadio larval	Homogeneidad de talla del organismo
Ciclo A	Tratamiento A	Zoea	90	90	80	80	80
		Mysis	90	90	90	90	90
		Postlarva	90	90	90	90	90
	Tratamiento B	Zoea	85	85	80	80	80
		Mysis	90	90	90	90	90
		Postlarva	95	90	90	90	90
	Control	Zoea	85	90	90	80	80
		Mysis	85	90	85	85	85
		Postlarva	90	90	90	90	80
Ciclo B	Tratamiento A	Zoea	90	90	90	80	80
		Mysis	85	90	80	90	85
		Postlarva	90	90	90	90	90
	Tratamiento B	Zoea	90	90	90	80	90
		Mysis	85	85	90	90	90
		Postlarva	90	90	90	90	90
	Control	Zoea	90	90	90	80	80
		Mysis	90	90	90	80	80
		Postlarva	85	90	80	85	80
Ciclo C	Tratamiento A	Zoea	90	90	90	80	80
		Mysis	85	90	80	80	90
		Postlarva	85	90	85	90	90
	Tratamiento B	Zoea	90	90	90	80	90
		Mysis	90	90	90	90	90
		Postlarva	90	90	90	90	90
	Control	Zoea	90	90	90	80	80
		Mysis	85	90	85	80	85
		Postlarva	85	90	90	80	85

Se aprecian las diferentes variables macroscópicas y según los análisis promediados nos indican que el comportamiento de la larva en el TA fue de 88%, TB 89% y C con 87%, la actividad natatoria del TA de 90%, TB con 88%, y C 90%, la cantidad de alimento en el medio fue de 86%, 88% y 87% correspondientemente; en la homogeneidad de estadio larval se obtuvieron los siguientes promedios: 85%, 86% y 82.2% según el orden y como ultima variable la homogeneidad de tallas que dieron como promedio: 86%, 88% y 81% (Tabla 7).

**Tabla 8**

*Observaciones microscópicas, fase 2*

		<b>Estadios</b>	<b>Contenido intestinal</b>	<b>Deformidad</b>	<b>Lipidos presentes</b>	<b>Necrosis</b>
Ciclo A	Tratamiento A	Zoea	90	90	85	0
		Mysis	90	90	90	0
		Postlarva	95	85	90	0
	Tratamiento B	Zoea	90	85	85	0
		Mysis	90	90	90	0
		Postlarva	90	90	90	0
	Control	Zoea	80	85	85	0
		Mysis	85	80	80	0
		Postlarva	85	85	85	0
Ciclo B	Tratamiento A	Zoea	85	85	80	0
		Mysis	80	85	85	0
		Postlarva	85	90	90	0
	Tratamiento B	Zoea	85	85	85	0
		Mysis	95	90	90	0
		Postlarva	90	90	90	0
	Control	Zoea	80	85	85	0
		Mysis	80	80	80	0
		Postlarva	85	85	85	0

Correspondiente a las observaciones microscópicas en la fase 2 se aprecian los siguientes promedios con relación a: contenido intestinal del TA (87.5%), TB (90%) y C con 82.5%; deformidad de la larva con 87%, 88% y 83%, los lípidos presentes en TA, 86%, TB con 88%, y C con 83%. En esta fase no se encontraron anomalías presentes respecto a necrosis (Tabla 8).

**Tabla 9**

*Observaciones macroscópicas, fase 2*

	Estadios	Comportamiento de la larva	Actividad natatoria	Cantidad de alimento en el medio	Homogeneidad de estadio larval	Homogeneidad de talla del organismo
Ciclo A	Tratamiento A	Zoea	90	90	80	80
		Mysis	90	90	90	90
		Postlarva	90	90	90	90
	Tratamiento B	Zoea	85	85	80	80
		Mysis	90	90	90	90
		Postlarva	95	90	90	90
	Control	Zoea	85	90	90	80
		Mysis	85	90	85	85
		Postlarva	90	90	90	90
Ciclo B	Tratamiento A	Zoea	90	90	90	80
		Mysis	85	90	80	90
		Postlarva	90	90	90	90
	Tratamiento B	Zoea	90	90	90	80
		Mysis	85	85	90	90
		Postlarva	90	90	90	90
	Control	Zoea	90	90	90	80
		Mysis	90	90	90	80
		Postlarva	85	90	80	85

Se aprecian las diferentes variables macroscópicas y según los análisis promediados nos indican que el comportamiento de la larva en el TA fue de 89%, TB 89% y C con 87%, la actividad natatoria del TA de 90%, TB con 88%, y C 90%, la cantidad de alimento en el medio del TA fue de 86%, TB de 88% y C de 87.5%; en la homogeneidad de estadio larval se obtuvieron los siguientes promedios: 86.6%, 86.6% y 83.3% según el orden y como última variable la homogeneidad de tallas que dieron como promedio: 85%, 88.3% y 80%, respectivamente (Tabla 9).

### **1.25 Comparación de tratamientos experimentales por fases**

Para la evaluación de la supervivencia, se utilizó el Análisis de Varianza (ANOVA); los resultados indicaron que la Fase 1 fue la etapa determinante, mostrando diferencias significativas ( $p=0.014$ ), donde la prueba post-hoc (Tukey) confirmó la efectividad temprana del tratamiento. Por el contrario, en la Fase 2 se observó una estabilización de la supervivencia sin diferencias estadísticas ( $F=1.09$ ;  $p=0.360$ ). En cuanto al rendimiento productivo (Fases 1 y 2), dada su naturaleza multiparamétrica, se empleó la prueba PERMANOVA, la cual confirmó un efecto global altamente significativo ( $F=9.425$ ;  $p=0.003$ ), validando que la ventaja obtenida inicialmente se tradujo en un mayor crecimiento final.

En la fase 1 se observó que el TA en promedio de los tres ciclos de producción logró una variación positiva gracias al aprovechamiento total del aditivo suplementado, esto se corroboró luego de obtener la mayor eficiencia en conversión alimenticia con 1.4 kg, la ganancia de peso de 1.5 kg y la tasa de supervivencia de 81%. Continuando, el tratamiento B demostró no ser efectiva

en conversión alimenticia pero eficaz en supervivencia, esta relación es interesante. Safmannan®, donde redujo la mortalidad, si se la compara con las unidades experimentales de control. De igual manera sucedió con la fase 2, tras el análisis realizado se confirma el éxito del TA, donde notoriamente se logró una mayor ganancia de peso, y la mejor conversión alimenticia. Este tratamiento creció más y aprovechó mejor el alimento ofrecido, demostrando también una supervivencia alta.

Los resultados de estos análisis validaron la hipótesis alterna, revelando diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) a favor del tratamiento con Safmannan, siendo la Fase 1 la etapa donde se evidenció con mayor notoriedad la efectividad del producto tanto en supervivencia como en crecimiento.

## Capítulo V

### Discusiones

El desempeño obtenido en ambas fases del estudio demuestra que la suplementación con el prebiótico Safmannan® tuvo un efecto favorable sobre el crecimiento y la supervivencia de *P. vannamei*, siendo el TA el que mostró la respuesta más consistente. La estabilidad registrada en los parámetros fisicoquímicos —temperatura, pH y salinidad— dentro de los rangos óptimos para la especie permite atribuir los cambios observados directamente al tratamiento y no a condiciones ambientales adversas. Este control ambiental resulta esencial, considerando que exposiciones fuera del rango ideal pueden reducir la actividad enzimática, disminuir la eficiencia inmunológica y limitar los beneficios derivados del uso de aditivos funcionales (García & Villarroel, 2009 citado por Chen et al., 2024).

En relación con el oxígeno disuelto, la reducción progresiva de este parámetro a medida que avanzaron los estadios larvales correspondió a un incremento natural en la biomasa y en la actividad metabólica, fenómeno previamente descrito en cultivos intensivos (Md-Yusoff et al., 2024). Este comportamiento es congruente con la modelación dinámica del consumo de oxígeno en *L. vannamei*, donde se ha demostrado que la tasa de respiración total del sistema se correlaciona linealmente con la ganancia diaria de peso y la acumulación de biomasa (Wafi et al., 2021). Adicionalmente, estudios de simulación hidrobiológica en estanques demostraron que la demanda de oxígeno puede fluctuar de forma marcada debido al metabolismo animal, siendo este el principal sumidero en sistemas con densidades crecientes, tal como evidenció el modelo de balance

de oxígeno de (Ahmad-Ali, 2012), que documenta descensos significativos de OD durante las primeras horas del día aún bajo condiciones controladas.

En este contexto, el Tratamiento A con dosificación estándar, que presentó la mayor ganancia de peso, reflejó una demanda metabólica más elevada. Esto resulta bioenergéticamente coherente, ya que un incremento en la tasa de crecimiento implica un mayor costo energético derivado de la síntesis de proteínas, obligando a las postlarvas a maximizar su metabolismo aeróbico dentro de su ventana térmica óptima para convertir eficientemente los nutrientes (Topuz & Kir, 2023). Los efectos positivos del TA sobre la conversión alimenticia y el crecimiento concuerdan con los mecanismos biológicos asociados a la pared celular de *S. cerevisiae*. La presencia de MOS y B-glucanos incrementa la actividad de enzimas digestivas en la hepatopáncreas, favoreciendo la degradación de proteínas y lípidos, así como una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes (Zheng et al., 2020). Específicamente, estudios como los de (Ayiku et al., 2020) validan que estos componentes elevan significativamente los niveles de proteasas y amilasas endógenas, potenciando la digestibilidad de la dieta. A nivel histológico, esta mejora se complementa con cambios en la morfología intestinal; según (Gainza & Romero, 2017), la inclusión de MOS promueve un incremento en la altura de las microvellosidades, ampliando la superficie de absorción. Esta acción sinérgica explica los valores superiores de conversión alimenticia observados, particularmente en la Fase 1, donde la eficiencia digestiva es crítica para el arranque del crecimiento.

De esta manera, la respuesta diferencial entre tratamientos resalta la importancia de la dosificación: el TA evitó las sobredosificaciones, mientras que el Tratamiento B (TB) reflejó los

efectos adversos descritos para concentraciones elevadas de prebióticos. Estos efectos incluyen la saturación de receptores intestinales o desequilibrio microbiano (Xu et al., 2021), un fenómeno que en la literatura se asocia a la "fatiga inmunológica". (Sajeevan et al., 2009; Aramli et al., 2015), en este estado, una estimulación excesiva puede provocar un gasto energético innecesario al mantener el sistema inmune en alerta constante, desviando recursos que deberían destinarse al anabolismo muscular.

En términos de supervivencia, los tratamientos suplementados superaron significativamente al Control, lo que concuerda con el rol inmunoestimulante de los  $\beta$ -glucanos. Estos compuestos actúan como ligandos que activan receptores de la respuesta inmune innata, incrementando la resistencia frente al estrés y patógenos oportunistas comunes en larvicultura (Zheng et al., 2020), mediante la activación del sistema de la profenoloxidasa (proPO) y la actividad fagocítica (Luna-González, et al., 2013) Por su parte, los MOS ejercen un efecto de exclusión competitiva al impedir la adhesión de bacterias dañinas, como *Vibrio spp.*, al epitelio intestinal del camarón lo que favorece un ambiente entérico más estable y funcional (Mahmoud et al., 2020). Estos mecanismos explican la menor mortalidad y la elevada supervivencia asociada al TA en ambas fases del estudio.

En conjunto, los hallazgos evidencian que Safmannan<sup>®</sup> produce efectos sinérgicos sobre la digestión, el crecimiento y la respuesta inmunológica cuando es aplicado bajo una dosificación técnicamente adecuada. La comparación con estudios previos respalda que el TA constituye la estrategia más eficiente y biológicamente fundamentada para su aplicación en sistemas de larvicultura de *P. vannamei*.

## Conclusiones

La aplicación de Safmannan® mejoró de forma evidente el crecimiento y la supervivencia de *P. vannamei*, mientras que la estabilidad de los parámetros fisicoquímicos aseguró que las diferencias entre tratamientos se atribuyeran exclusivamente al prebiótico, reforzando la validez técnica del estudio.

El análisis demostró que Safmannan® generó una diferencia significativa a favor del TA específicamente durante la Fase 1 en función de dosificación por número de organismos, lo que evidencia un rendimiento productivo, supervivencia y crecimiento. Posteriormente, la dinámica de supervivencia se estabilizó en la Fase 2 en función de dosificación por cantidad de alimento, indicando que la ventaja adquirida en estadios iniciales se mantuvo constante.

El rendimiento productivo en función de la dosificación, mediante PERMANOVA evidenció diferencias altamente significativas entre los grupos evaluados. El TA con dosificación estándar registró los mejores indicadores de rendimiento productivo, superando estadísticamente al grupo C y TB.

Se acepta la hipótesis alterna, la aplicación de Safmannan® en función con el número de organismos permite un mayor crecimiento y supervivencia de *P. vannamei*. La evidencia estadística valida que la inclusión de este aditivo, bajo dosificación técnica (TA) influye positivamente en el desempeño fisiológico, constituyendo una estrategia efectiva y biológica fundamentada para optimizar la producción en sistemas de larvicultura.

## Recomendaciones

Para investigaciones futuras, se sugiere implementar el Tratamiento A como método base para el uso de Safmannan® en los sistemas de cría larvaria, demostrando un desempeño superior en los resultados productivos siendo una alternativa equilibrada y eficiente.

Se sugiere mantener un control riguroso y continuo de las variables fisicoquímicas del agua para garantizar que los resultados productivos se relacionen directamente con el efecto del prebiótico y no con variaciones ambientales. La implementación de monitoreos automatizados y registros diarios fortalecerá la precisión del manejo larvario.

Realizar estudios moleculares que evalúen la respuesta inmune y el microbioma intestinal en larvas tratadas con Safmannan®, con el fin de comprender los mecanismos biológicos que explican su desempeño superior. Además, sería valioso extender la evaluación hacia etapas posteriores de cultivo, monitoreando a las postlarvas durante el engorde para determinar si los beneficios observados en la fase larvaria se traducen en mejoras sostenidas a nivel productivo, sanitario y económico.

## Bibliografía

- Acosta, R., & Marcillo, F. (2016). *Análisis del Sector de Larvicultura del Camarón blanco Litopenaeus vannamei sp. en el Ecuador; Énfasis en el mercado de insumos y comportamientos del sector.* ESPOL. Obtenido de <https://dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/54170>
- Ahmad-Ali, S. (2012). BALANCE DE MASA DE OXÍGENO DISUELTO EN ESTANQUES DE ACUICULTURA. *MISR Journal of Agricultural Engineering*, 29(4). doi:10.21608/mjae.2012.101388
- Albalat, A., Simao, Z., Coates, C., Neil, D., & Planellas, S. (2022). Welfare in Farmed Decapod Crustaceans, With Particular Reference to *Penaeus vannamei*. *Frontiers in Marine Science*, 9, 3. doi:10.3389/fmars.2022.886024
- Andrino-Felarca, K., Andrino, S., Serrano, A., & Corre, V. (2012). Efectos de los nucleótidos dietéticos sobre la respuesta inmune y el crecimiento del camarón blanco del Pacífico juvenil *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Ciencia Pesquera Asiática*, 25(2). doi:10.33997/j.afs.2012.25.2.007
- Aramli, M., Kamangar, B., & Nazari, R. (2015). Efectos del  $\beta$ -glucano dietético sobre el crecimiento y la respuesta inmune innata del esturión persa juvenil, *Acipenser persicus*. *Inmunología de pescados y mariscos*, 47(1), 606-610. doi:10.1016/j.fsi.2015.10.004
- Ayiku, S., Shen, J.-f., Tan, B.-p., Dong, X.-h., & Liu, H.-y. (2020). Efectos del cultivo de levadura dietética sobre el crecimiento del camarón, la respuesta inmune, la salud intestinal y la resistencia a enfermedades contra *Vibrio harveyi*. *Inmunología de pescados y mariscos*, 102, 286-295. doi:10.1016/j.fsi.2020.04.036
- Battilana. (2019). *Safmannan*. Obtenido de <https://battilana.biz/es/productos/ganaderia/safmannan>

- Bermudes-Lizárraga, J., Nieves-Soto, M., Flores-Higuera, F., & López-Peraza, D. (2023). Survival, development, and growth of *Penaeus vannamei* larvae fed on traditional and non traditional diets shrimp larvae feeding. *Journal MVZ Cordoba*, 28(1), 4-10. doi:10.21897/rmvz.2682
- Boone, L. (1931). Anomuran, Macruran Crustacea from Panama and Canal Zone. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 3(2), 137-189. Obtenido de [https://research.nhm.org/pdfs/13727/13727.pdf?utm\\_source](https://research.nhm.org/pdfs/13727/13727.pdf?utm_source)
- Boyd, C. E. (2018). Prof. Boyd: La gestión adecuada del oxígeno disuelto el aspecto más importante de la gestión de la calidad del agua de los estanques acuícolas. *Responsible Seafood Advocate*. Obtenido de <https://www.globalseafood.org/advocate/dinamica-del-oxigeno-disuelto/>
- Boyd, C., & Hanson, T. (2010). Dissolved-Oxygen concentrations in pond Aquaculture. *Global Aquaculture Advocate.*, 40-41. Obtenido de <https://www.globalseafood.org/advocate/dinamica-del-oxigeno-disuelto/>
- Bravo, M., Lodeiros, C., Zapata, E., & Alio, J. (2023). Mejora del rendimiento de la producción larvaria de *Penaeus vannamei* Boone, 1931 alimentada con *Thalassiosira pseudonana* Hasle y Heimdal, 1970 cultivada con irradiación de diodos de emisores de luz (LED) en comparación con la luz fluorescente. doi:10.21203/rs.3.rs-2934744/v1
- Cámara Nacional de Acuicultura. (2019). *Estadísticas*. Obtenido de <http://www.cna-ecuador.com/estadisticas/>
- Campa-Córdova, A., Hernández-Saavedra, N., Aguirre-Guzman, G., & Ascencio, F. (2005). Immunomodulatory response of superoxide dismutase in juvenile American white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) exposed to immunostimulants. *SciELO*, 31(4). Obtenido de

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-38802005000500006&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-38802005000500006&lng=es&tlng=es)

Carrillo, P. (2013). Comportamiento del oxígeno disuelto en la columna de agua de las estaciones fijas ecuatorianas 1988-2013. *Acta oceanográfica del pacífico*,. Obtenido de <http://hdl.handle.net/1834/5749>

Carvajal, J., & Bolaños, M. (2015). Efecto de dos tipos de dietas: comercial y experimental sobre el crecimiento de camarones *Litopenaeus vannamei* en etapa de postlarvas. *Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua*. Obtenido de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/3107>

Chen, C., Guo, Z., & Judge, J. (2024). A QGIS Plugin for GIS-based Multicriteria Decision Analysis: an Application of Developing Alternative Future Land-Use Scenarios in Ghana. *Springer Nature*, 779-781. doi:10.1007/s12061-024-09566-x

Chica, D. (2019). *Comparación del crecimiento y supervivencia en etapa de engorde de Litopenaeus vannamei con tres frecuencias de alimentación*. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES [TESIS DE GRADO]: <https://repositorio.untumbes.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d589c72a-4d36-411d-9d3c-9ad0ef25e6c5/content>

Dung, D., Anh, H., Van, V., Duong, P., & Hung, V. (2024). Effects of water quality parameters on growth performance of intensive shrimp pond (*Litopenaeus vannamei*). *The Journal of Agriculture and Development*, 23(1). doi:10.52997/jad.SI1.14.2024

Easy Fish. (2025). Frozen Vannamei Shrimp Supply: Sourcing Guide 2025. Obtenido de <https://www.easyfish.net/en/frozen-vannamei-shrimp-supply-sourcing-guide-2025/>

- El Universo. (2023). Camarón destronó por primera vez al petróleo en este 2023 como primer producto de exportación con \$ 314 millones. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/por-314-millones-el-camaron-destrono-por-primera-vez-al-petroleo-como-primer-producto-de-exportacion-nota/>
- Falola, A., Mukaila, R., Olanrewaju, A., Nafisat, O., Eluwandedurojaye, F., & Umaru, I. (2024). Enhancing fish farmers' welfare through digital agricultural innovation platforms: Evidence from Nigeria. *MATILDA*. Obtenido de <https://matilda.science/work/b85fd40b-7461-4256-a5e1-dcaff7aff916?l=fr>
- FAO. (2024). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024: Un enfoque en la transformación azul. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*(2024), 89. doi:10.4060/cd0683en
- Gainza, O., & Romero, J. (2017). Manano oligosacáridos como prebióticos en acuicultura de crustáceos. *Latin american journal of aquatic research*, 45(2), 246-260. doi:10.3856/vol45-issue2-fulltext-2
- García, J., & Villarroel, M. (2009). Inmunología de peces y mariscos. *Universidad Politécnica de Madrid*, 325-329. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/260499175\\_fish\\_and\\_shellfish\\_immunology](https://www.researchgate.net/publication/260499175_fish_and_shellfish_immunology)
- García, S., Juárez, A., Olivier, B., Rivas, M., & Zeferino, J. (2018). VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS AMBIENTALES QUE INCIDEN EN EL CULTIVO DE CAMARÓN *Litopenaeus vannamei*, EN COYUCA DE BENÍTEZ, GUERRERO, MÉXICO. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 5(2), 140. 149. Obtenido de <https://revistaremaeitvo.mx/index.php/remae/article/view/169>

- Garnica, F. (2016). "Rediseño del Sistema Térmico Para la Producción de Nauplios de Camarón".  
*ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL*, 7. Obtenido de  
<http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/36934>
- Garnica, F. (2016). Rediseño de un Sistema térmico para la producción de nauplios de camarón.  
Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/97065/D-CD88353.pdf>
- Glenn, G., Hutkins, R., Sanders, M., Prescott, S., Reimer, R., Seppo, S., . . . Reid, G. (2017).  
Documento de consenso de expertos: Declaración de consenso de la Asociación Científica  
Internacional de Probióticos y Prebióticos (ISAPP) sobre la definición y el alcance de los  
prebióticos. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*(14), 491-502. doi:10.1038/nrgastro.2017.75
- Godinez, D., Chavez, J., & Gomez, S. (2011). Acuicultura epicontinental del camarón blanco del  
pacífico, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Tropical and Subtropical  
Agroecosystems*(14), 55-62. Obtenido de  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93915703004>
- González, G. (2022). *ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE LARVAS DE CAMARÓN (Litopenaeus  
vannamei) EN EL LABORATORIO LARVAL ABSO, MAR BRAVO – ECUADOR*. Obtenido  
de Universidad Estatal Península de Santa Elena [TESIS DE GRADO]:  
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8075>
- Goytortúa, E., Andrade, K., Cadena, M., & Civera, R. (2023). Manual para la identificación de  
estadios larvales del camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei*. (H. Gerardo, Ed.)  
*Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C*, 3-42. Obtenido de  
<http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/3175>

- Guillermo, B., Mathew, O., Facanha, F., Alcaez-Calero, J., Mhairi, A., & Sloman, K. (2021). The influence of density and dominance on Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) feeding behavior. *Aquaculture*, 531(2021). doi:10.1016/j.aquaculture.2020.735949
- Hadiuzzaman, M., Moniruzzaman, M., Shahjahan, M., Bai, S., Min, T., & Hossain, Z. (2022).  $\beta$ -Glucan: Mode of Action and Its Uses in Fish Immunomodulation. *Front. Mar. Sci.* doi:10.3389/fmars.2022.905986
- Jaime-Ceballos, B. (2006). Evaluación de la harina de *Spirulina platensis* como alimento y aditivo para la producción de postlarvas de camarón blanco *Litopenaeus schmitti* (Pérez-Farfante y Kensley, 1997). *Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.*, 10-12. Obtenido de <http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/139>
- Jiang, X., Shaicheng, Z., Zhang, G., Gong, Y., & Wu, X. (2024). Effect of dietary  $\beta$ -carotene supplementation on growth and antioxidant capability of pre-adult male Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*. *ScienceDirect*, 35. doi:10.1016/j.aqrep.2024.101968
- Kir, M., Sunar, M., Topuz, M., & Saripek, M. (2023). Capacidad de aclimatación térmica y metabolismo basal del camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) a diferentes combinaciones de temperatura y salinidad. *NIH*. doi:10.1016/j.jtherbio.2022.103429
- Luna-González, A., Moreno-Herrera, J., Campa-Córdova, Á., González-Ocampo, H., Fierro-Coronado, J., Álvarez-Ruiz, P., & Bueno-Ibarra, M. (2013). Respuesta inmune y expresión de genes en el camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) inducida por inmunoestimulantes microbianos. *Latin american journal of aquatic research*, 41(5), 898-907. doi:103856/vol41-issue5-fulltext-10

- Mahmoud, A., Fawzy, I., Mohamed, E., & Mohamed, M. (2020). Impact of yeast fermented poultry by-product meal on growth, digestive enzyme activities, intestinal morphometry and immune response traits of common carp (*Cyprinus carpio*). *Sciendo*, 20(3), 2-3. doi:10.2478/aoas-2020-0021
- Manyise, T., Dam Lam, R., Lozano, D., Padiyar, A., Shenoy, N., Chadag, M., . . . Rossignoli, C. (2024). Exploración de las preferencias de los agricultores por especies de peces mejoradas: un experimento de elección discreta aplicado en la zona rural de Odisha, India. *Aquaculture*. doi:10.2478/aoas-2020-0021
- Marchetti, M., Carneiro, G., da Silva, K., & Michereff, G. (2025). Impact of Combined Supplementation with Mannan Oligosaccharide (MOS) and Nucleotides on the Immune Response of Pacific White Shrimp (*Penaeus vannamei*) Challenged with Infectious Myonecrosis Virus (IMNV). *Federal Rural University of Pernambuco*. doi:10.21203/rs.3.rs-7256245/v1
- Maura, G. (2023). EVALUACIÓN DE PROBIÓTICOS COMERCIALES EN EL CRECIMIENTO, SUPERVIVENCIA Y ESTADO SANITARIO DEL CAMARÓN BLANCO (*Litopenaeus vannamei*) CULTIVADO BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO. [TESIS DE GRADO], 58-61. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/10132>
- Mayarí, R., Macías, E., Ruiz, M., & Espinoza, M. (2000). Determinación de oxígeno disuelto en aguas salinas aplicando modelos matemáticos y como sensor electrodo de membrana. *Tecnología del agua*, 52-65. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=82152>

- Md-Yusoff, F., Umi, W., Ramli, N., & Harun, R. (2024). Water quality management in aquaculture. *Cambrige Prisms: Water*, 2, 64. doi:10.1017/wat.2024.6
- Minh, H. (2010). Effects of mannan oligosaccharide dietary supplementation on performances of the tropical spiny lobsters juvenile (*Panulirus ornatus*, Fabricius 1798). *ScienceDirect*. doi:10.1016/j.fsi.2009.12.011
- Molinari, C. (2025). *Ecuador prevé leve caída en exportaciones de camarón en 2024, optimista sobre crecimiento en 2025*. Obtenido de SeafoodSource: <https://www.seafoodsource.com/news/supply-trade/ecuadorian-shrimp-production-continues-decline-in-july-2024>
- Molinari-Poveda, C., Espinoza-Ortega, M., & Mora-Pinargote, C. (2023). Obtenido de Boletín Skretting: <https://www.skretting.com/siteassets/local-folders/ecuador/boletines-ecuador/35-la-alimentacion-inicial-como-mecanismo-para-enfrentar-los-desafios-bacterianos-del-camaron.pdf?v=4abf42>
- Moraga, P., Ávila, R., & Vilaxa, A. (2015). *Salinidad y temperatura óptimas para reproducción ovípara y desarrollo de Artemia franciscana*. Obtenido de Scielo: 10.4067/S0718-34292015000100009
- Muñoz, M. (2022). Análisis de la calidad de agua en cultivo de larvas de camarón aplicando índice de calidad de agua ICA. *Universidad Estatal Península de Santa Elena*. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8857>
- Nanxiong, C., Jiaojiao, J., Yibin, C., Yicheng, H., Yuchun, S., & Sedong, L. (2023). The transcriptome of *Litopeneus vannamei* in zoea larvae and adults infected by *Vibrio parahaemolyticus*. *Frontiers in Marine Science*, 10. doi:10.3389/fmars.2023.1174176

- Nazarudin, M., Faiz , M., Samsuri, M., AKhairil, N., Afiqah, N., Alipia, N., . . . Hafiz, M. (2025). Optimizing Shrimp Culture Through Environmental Monitoring: Effects of Water Quality and Metal Ion Profile on Whiteleg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Performance in a Semi-Intensive Culture Pond. *Water*, 17(19). doi:10.3390/w17192818
- Neuhaus, B., Hurbult, J., & Hammack, W. (2002). Boletín de información de laboratorio (LIB) 4290: Cloranfenicol en camarones. *FDA*, 18(9). Obtenido de <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/laboratory-information-bulletin-lib-4290-chloramphenicol-shrimp>
- Ochoa, A. (2016). Programa de bioseguridad para la cría de camarón orgánico *Litopenaeus vannamei* en cautiverio. *Revista AquaTIC*,. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49402106>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2022). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024. doi:10.4060/cd0683es
- Paillard, C., Le Rox, F., & Borrego, J. (2004). Bacterial disease in marine bivalves, a review of recent studies: Trends and evolution. *Aquat. Living Resour.*(17), 447-498. doi:10.1051/alr:2004054
- Palma , G. (2012). Crecimiento de camarones *Litopenaeus vannamei* en etapa de postlarvas cultivados en dos densidades de siembra 100 y 150 pls/m2. *Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua*. Obtenido de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/5413>
- Pérez, M., Alvarez, Y., Soriano, J., & Pérez, M. (2020). Los probióticos y sus metabolitos en la acuicultura. Una Revisión. *Hidrobiológica*, 93-100. doi:10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2020v30n1/perez

- Phileo by Lesaffre. (2023). Safmannan ®. Obtenido de <https://phileo-lesaffre.com/es/safmannan/>
- Phileo by Lesaffre. (2024). Safmannan® fracción de levaduras seleccionadas para un mejor desempeño y resiliencia del animal. Obtenido de <https://phileo-lesaffre.com/es/safmannan/>
- Ponce, J. (2022). Metabolismo energético del camarón blanco del pacífico *Litopenaeus vannamei*. *Universidad Nacional Autónoma de México [TESIS DE DOCTORADO]*, 20. Obtenido de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/95824>
- Priyadarshini, L., & Kumar, V. (2023). Phenotypic Differences in Pacific Whiteleg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*, Boone 1931) Reared in Different Types of Culture Ponds-Statistical Approach. *Indian Journal of Ecology*, 50(3), 846-847. doi:10.55362/IJE/2023/3980
- Pruzzo, C., Gallo, G., & Canesi, L. (2005). Persistence of vibrios in marine bivalves: the role of interactions with haemolymph components. *Microbiology*, 761-772. doi:10.1111/j.1462-2920.2005.00792.x
- Ramena, Sangha, Bosteels, & Martorana. (2023). Mejora del crecimiento, tasa de supervivencia y resistencia al estrés en la cría larvaria y postlarvaria temprana de *Litopenaeus vannamei*. *Enhancing Growth*, 1-2.
- Ren, X., Wang, Q., Shao, H., Xu, Y., Liu, P., & Li, J. (2021). Effects of Low Temperature on Shrimp and Crab Physiology, Behavior, and Growth: A Review. *Sec. Aquatic. Physiology*. doi:10.3389/fmars.2021.746177
- Reyes, G., Betancourt, I., Andrade, B., Panchana, F., Román, R., Sorroza, L., . . . Bayot, B. (2022). Microbioma de larvas de *Penaeus vannamei* y posibles biomarcadores asociados con alta y baja supervivencia en tanques de criaderos de camarones afectados por la enfermedad de necrosis hepatopancreática aguda. *Frontiers in Microbiology*. doi:10.3389/fmicb.2022.838640

- Reyes, G., Betancurt, I., Andrade, B., Panchana, F., Solorzano, R., Preciado, C., . . . Bayot, B. (2023). Perfiles de firmas microbianas de larvas de *Penaeus vannamei* en tanques de criadero de baja supervivencia afectados por vibriosis. *PeerJ*, 10.7717/peerj.15795.
- Riaño, E., & Celdrán, D. (2022). *Levaduras, un microorganismo potencial para su uso en acuicultura*. Recuperado el 18 de Junio de 2024, de Panorama Acuícola: <https://panoramaacuicola.com/2022/12/21/levaduras-un-microorganismo-potencial-para-su-uso-en-acuicultura/>
- Rodriguez Rosales. (2014). *Análisis y mejoramiento del sistema de producción en el Laboratorio Lepabi mediante la aplicación de técnicas de TPM*. Obtenido de Universidad de Guayaquil [TESIS DE GRADO]: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/4133>
- Rodriguez, J., Cedeño, R., Molina, C., Otero, V., Valenzuela, E., & Sotomayor, M. (2000). Efecto de la calidad de la dieta sobre la respuesta inmune. *Avances en Nutrición Acuícola. Memorias del V Simposium Internacional de de Nutrición Acuicola*, 19-22. Obtenido de <https://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/265>
- Sajeevan, T., Philip, R., & Singh, E. (2009). Dosis/frecuencia: Un factor crítico en la administración de glucano como inmunoestimulante al camarón blanco indio *Fenneropenaeus indicus*. *Acuicultura*, 287(3), 248-252. doi:10.1016/j.aquaculture.2008.10.045
- Saltos, D., & Ormaza, F. (2023). Condiciones oceanográficas durante septiembre 2023. *CNP*. Obtenido de <https://camaradepesqueria.ec/condiciones-oceanograficas-durante-septiembre-2023/>

- Sánchez, A., & Gándara. (2011). Conceptos básicos sobre gestión ambiental y desarrollo sustentable. *SEMARNAT*. Obtenido de [https://agua.org.mx/biblioteca/conceptos-basicos-de-gestion-ambiental-y-desarrollo-sustentable/?utm\\_source](https://agua.org.mx/biblioteca/conceptos-basicos-de-gestion-ambiental-y-desarrollo-sustentable/?utm_source)
- Shrimp Insights. (2025). *Ecuador continues to increase its exports and diversify its markets*. Obtenido de <https://www.shrimpinsights.com/byte/ecuador-continues-grow-exports-and-diversify-markets>
- Soriano, R. (2017). *Efecto de la harina de espirulina *Arthrospira platensis* como complemento alimenticio sobre el crecimiento y supervivencia de la zoea y mysis de *Litopenaeus vannamei**. Repositorio Institucional de Tumbes, Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12874/347>
- Subasinghe, R. (1997). *Fish health and quarantine*. Obtenido de FAO: [https://www.fao.org/4/w7499e/w7499e23.htm?utm\\_source](https://www.fao.org/4/w7499e/w7499e23.htm?utm_source)
- Termaat, E. (2024). The Fish Site. *The impact of climate variability on shrimp farms in Ecuador*. Obtenido de <https://thefishsite.com/articles/the-impact-of-climate-variability-on-ecuadors-shrimp-farms>
- Tong Wang, X., Fei Lin, Y., Zheng, Y., & Meng, F. (2022). Antibióticos en sistemas de maricultura: una revisión de la ocurrencia, el comportamiento ambiental y los efectos ecológicos. *National Library of Medicine*. doi:10.1016/j.envpol.2021.118541
- Topuz, M., & Kir, M. (2023). Temperaturas críticas y metabolismo aeróbico en postlarvas de camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *J Comp Physiol B*, 193, 607-614. doi:10.1007/s00360-023-01522-4
- Varela-Granados, Y., Frías, S., Hernández-Hernández, L., Powell, M., & Vega-Villasante, F. (2021). Efectos de los oligosacáridos de manano y los fructooligosacáridos sobre el

- crecimiento y las respuestas inmunes no específicas de los langostinos de agua dulce juveniles *Macrobrachium acanthurus*. *SciELO*, 49(2). doi:10.3856/vol49-issue2-fulltext-2586
- Wafi, A., Ariadi, H., Muqsith, A., Mahmudi, M., & Fadjar, M. (2021). Consumo de oxígeno de *Litopenaeus vannamei* en estanques intensivos basado en el sistema de modelado dinámico. *Journal of Aquaculture and Fish Health*. doi:10.20473/jafh.v10i1.18102
- Wang, Y., Wang, K., & Huang, L. (2020). Patrones de sucesión a escala fina y mecanismos de ensamblaje de la comunidad bacteriana de larvas de *Litopenaeus vannamei* a lo largo del ciclo de desarrollo. *Microbiome*, 106. doi:10.1186/s40168-020-00879-w
- Xu, Y., Li, Y., Xue, M., Yang, T., Luo, X., Fan, Y., . . . Zhou, Y. (2021). Effects of Dietary *Saccharomyces cerevisiae* YFI-SC2 on the Growth Performance, Intestinal Morphology, Immune Parameters, Intestinal Microbiota, and Disease Resistance of Crayfish (*Procambarus clarkia*). *Natural Center for Biotechnology Information*. doi:10.3390/ani11071963
- Xueqin, Y., Chen, X., Liu, C., Wang, Z., Lei, W., Li, Q., . . . Wang, X. (2024). Dynamic Alternative Polyadenylation during *Litopenaeus Vannamei* Metamorphosis Development. *MDPI*. doi:10.3390/genes15070837
- Yoong Basurto, F., & Reinoso Naranjo, B. (1982). I.N.P DEL ECUADOR. *Cultivo del camarón marino (Penaeus) en el Ecuador. Metodologías y técnicas utilizadas.*, 2, 1-47. Obtenido de [https://institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2017/07/BCT.-VOL.-5-2.pdf?utm\\_source](https://institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2017/07/BCT.-VOL.-5-2.pdf?utm_source)

Zheng, L., Xie, S., Zhuang, Z., & Liu, Y. (2020). Effects of yeast and yeast extract on growth performance, antioxidant, ability and intestinal microbiota of juvenile Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture*. doi:10.1016/j.aquaculture.2020.735941

## Anexos

### Anexo 1.

*Análisis microscópico de las larvas de cultivo*



### Anexo 2

*Medición de parámetro salinidad, utilización del Salinómetro Hanna*



### Anexo 3

Registro de parámetros de Laboratorio Santa María, comuna Palmar

LABORATORIO: **SANTA MARÍA** GUAYTARUMAL

CONTROL DE PARAMETROS

TC	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP	PH	PH	PH
1	32	32.5	33.2	33.1	33.6	33							2.1
2	32	32.5	33.2	33.5	33.8	33							2.1
3	31.8	32.5	33	33	33.5	33.5							2.1
4	31.9	32.5	33	33	33.5	33.5							2.1
5	31.9	32	32.5	33	33	33							2.1
6	31.9	32.5	33	33	33.5	33							2.1
7	32	32.5	33	33	33	33							2.1
8	32	32.5	33	33	33	33							2.1
9	32	32.5	33	33	33	33							2.1
10	32	32	32.5	33	33	33							2.1
11	31.8	32	32.5	33	33	33							2.1
12	32	32	32.5	33	33	33							2.1
13	32	32.5	33.5	33.5	33.5	33.5							2.1
14	32	32.5	33.5	33.5	33.5	33.5							2.1
R1	-	-	-	-	-	-							-
R2	-	-	-	-	-	-							-
R3	32	33	33	33.5	33.5	33							2.1
R4	32	33	33	33	33	33							2.1
R5	32	32	33	33	33	33							2.1
R6	31.9	33	33	33	33.5	33							2.1

FECHA: 25/09/25 ESTADIO: 2000 GUARDIA DIA: Edeh GUARDIA NOCHE: Leo

OBSERVACIONES:

TC	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP	PH	PH	PH
1	32.5	32.5	33	33.2	33	33	32.5	33					2.1
2	32.5	32.5	32.6	33	32.5	33	32.5	32.5					2.1
3	32	32	32.4	32	32	33	32.5	33					2.1
4	32	32	32.4	32.5	32.5	33	32.5	33					2.1
5	32	32	32.2	32.5	32.5	33	32.5	33					2.1
6	32	32	32.7	32.5	32.5	33	33	33					2.1
7	32.5	32.5	33.3	32.5	33	33	33	32.5					2.1
8	32	32	33.3	32.5	32.5	33	32.5	33					2.1
9	32.5	32.5	33	32.2	33	33	32.5	32.5					2.1
10	32.5	32.5	32.4	32.5	32.5	33	33	33					2.1
11	32.5	32.5	32.7	32.5	32.5	33	32.5	33					2.1
12	32.5	32.5	32.8	32.5	33	33	33	33					2.1
13	32	32	32.0	32	33	33	33	33					2.1
14	32	32	32.0	32	33	33	33	33					2.1
R1	-	-	-	-	-	-	-	-					-
R2	-	-	-	-	-	-	-	-					-
R3	32.5	32	32.7	32	32	33	33	33					2.1
R4	32.5	32.5	32.7	32	32	33	33	33					2.1
R5	32.5	32.5	32.7	32	32	33	33	33					2.1
R6	32	32.5	32.6	32.5	32	32.5	33	33					2.1

FECHA: 24/07/25 ESTADIO: 1454 GUARDIA DIA: Edeh GUARDIA NOCHE: Leo

OBSERVACIONES:

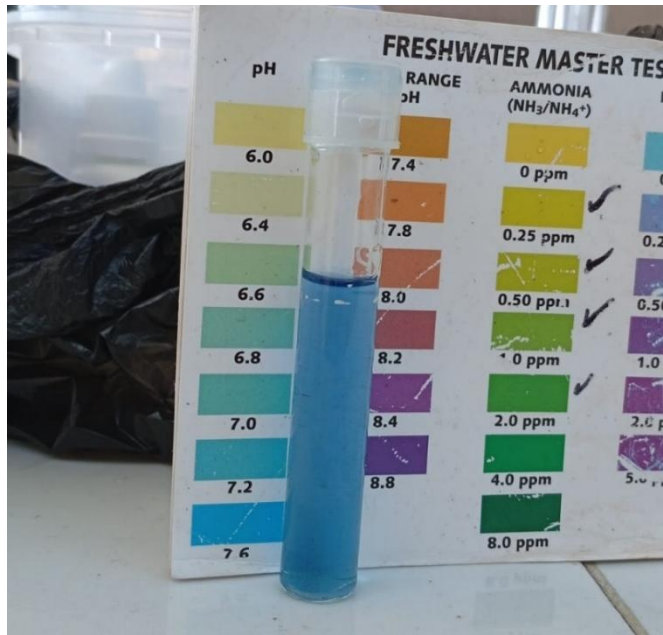
### Anexo 4

Medición de parámetro pH, utilización de prueba de colorimetría de pH



## Anexo 5

*Muestra de agua de cultivo, medición de pH 7.6*



## Anexo 6

*Observación microscópica de postlarva 1, objetivo 10x*



## Anexo 7

*Despacho de postlarva 8 del tanque de cultivo de prueba*



## Anexo 8

*Tamizado de muestra de postlarva 8 para posterior conteo de Pl/g*



## Anexo 9

### Anova para supervivencia en fase 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
		Control	A	B								
N		6	6	6								
Shapiro-Wilk		0.9481	0.8652	0.8531								
p(normal)		0.7245	0.2078	0.1666								
Test for equal means (ANOVA)												
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p (same)							
Between group	684.333	2	342.167	7.053	0.00693							
Within groups	727.667	15	48.5111	Permutation p (n=99999)								
Total:	1412	17	0.01047									
Components of variance (only for random effects):												
Var(group):	48.9426	Var(error):	48.5111	ICC:	0.502214							
omega2:	0.4021											
Levene's test (p (same):			0.377									
Levene's test, p (same):			0.5213									
Welch F test in the case of unequal variances: F=9,483, df=9,103, p=0,005945												
Bayes factor: 8,128 (substantial evidence for unequal means)												

## Anexo 10

### Anova para supervivencia en fase 2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
		Control	A	B							
N		4	4	4							
Shapiro-Wilk		0.7286	0.6298	0.7286							
p(normal)		0.02386	0.001241	0.02386							
Kruskal-Wallis test for equal medians											
H (chi2):		7.654									
Hc (tie corrected)		8.419									
p (same):		0.01485									
is a significant difference between sample medians											
Dunn post hoc											
	Control	A	B								
Control		0.0804	0.0804	0.003981							
A			0.2579	0.2579							
B				0.003981	0.2579						

## Anexo 11

### Análisis de Permanova de datos recolectados durante la fase 1

	Peso_Inicial_kg	Peso_Final_kg	Ganancia_Peso_kg	Conversion_Alimenticia_kg	Mortalidad	Supervivencia		aplicados por cada compuesto		datos promedio del NMDS (Stress = 0)
N	18	18	18	18	18	18		PCI	55.45	Tratamiento   MDS1_prom   MDS2_prom
Shapiro-Wilk	0.8705	0.8228	0.9883	0.9919	0.9263	0.9263		PC2	50.34	A   0.0178   0.0047
p(normal)	0.004389	0.003224	0.9883	0.4951	0.1714	0.1714		PC3	11.65	B   0.0188   -0.0017
Esos dos datos no cumplen la normalidad, debido a que deberían ser cifras mayores a p = 0.05										
PERMANOVA										
Permutaci	9999							PC4	2.46	Control   -0.0345   -0.0033
Total sum.	2829							PC5	0	
Within-group	1459							PC6	0	
F:	7.041									
p (same):	0.009									
Pairwise										
	Control	A	B							
Control			0.0193	0.0101						
A			0.0193	0.7153						
B			0.0101	0.7153						

## Anexo 12

### *Análisis de Permanova de datos recolectados durante la fase 2*

	Peso_Inicial_ kg	Peso_Final_k g	Ganancia_Pe so kg	Conversion_ Alimenticia	Mortalidad	Supervivenci a
N	12	12	12	12	12	12
Shapiro-Wilk	0.809	0.7996	0.915	0.9296	0.8424	0.8424
p(normal)	0.01186	0.00927	0.2471	0.3763	0.02963	0.02963
PERMANOVA		Pairwise				
Permutation N:	9999	Control	Control	A	B	
Total sum of squares:	1694	A	0.0271	0.0271	0.2269	
Within- group sum of squares:	547.4	B	0.0275	0.0275	0.2269	
F:	9.425					
p (same):	0.003					