



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

**“ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE DOS PROMOTORES COMERCIALES COMO  
ACELERADOR EN EL PROCESO DE MUDA EN CULTIVO DE LARVAS DE  
“*Penaeus vannamei*” EN CONDICIONES DE LABORATORIO”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del título de:

BIÓLOGO

Autor:

Kevin Darío Panchana Suárez

Tutor:

Blgo. William Santos Sánchez, M.SC.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2025

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

**“ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE DOS PROMOTORES COMERCIALES  
COMO ACELERADOR EN EL PROCESO DE MUDA EN CULTIVO DE  
LARVAS DE *“Penaeus vannamei”* EN CONDICIONES DE LABORATORIO”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del título de:

BIÓLOGO

**Autor:**

Kevin Darío Panchana Suárez

**Tutor:**

Blgo. William Santos Sánchez, M.SC.

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

2025

# DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, “ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE DOS PROMOTORES COMERCIALES COMO ACELERADOR EN EL PROCESO DE MUDA EN CULTIVO DE LARVAS DE *Penaeus vannamei* EN CONDICIONES DE LABORATORIO”, elaborado por Panchana Suárez Kevin Darío, estudiantes 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/a, 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



**Blgo. William Santos Sánchez, M.SC.**

**DOCENTE TUTOR**

**C.I. 2400216459**

# DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular , “ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE DOS PROMOTORES COMERCIALES COMO ACELERADOR EN EL PROCESO DE MUDA EN CULTIVO DE LARVAS DE *Penaeus vannamei* EN CONDICIONES DE LABORATORIO”, elaborado por Panchana Suárez Kevin Darío, estudiantes 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 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



---

**DOCENTE DE ÁREA**

Acui. José Melena Cevallos, Ph. D.

C.I. 0913432613

# **DEDICATORIA**

El presente trabajo se lo dedico, a mis padres, Mercedes Suárez Quirumbay y Wilson Panchana Asencio, cuyo amor, sacrificio y confianza fueron fundamentales para guiarme en el camino de la superación. Gracias a su apoyo incondicional, hoy puedo celebrar un logro más en mi vida.

## AGRADECIMIENTO

A las autoridades y al personal académico de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por guiar mi formación profesional y compartir sus valiosos conocimientos, los cuales fueron fundamentales para motivarme y alcanzar un desempeño destacado durante mi carrera universitaria.

A mi familia, le agradezco por haber sido mi apoyo más importante, por su amor, sacrificio y constante aliento me llenaron de esperanza e inspiración para no de caer.

Asimismo, extendo mi gratitud al Biólogo William Santos Sánchez, M.Sc., tutor de mi tesis, por haberme brindado su valiosa guía y conocimientos durante este proceso académico.

Al laboratorio de larvas GABSO EXPORT SHRIMP y Gary Argandoña por darme la oportunidad de realizar el trabajo de investigación y proporcionarme acceso a los recursos indispensables extendo mi gratitud al señor Jorge Tomalá por compartir sus enseñanzas.

A Karen Asencio Mirabá, por estar presente en cada etapa, su compañía, apoyo mutuo y por cada palabra de aliento hizo posible culminar este recorrido.

A mis compañeros de carrera, con quienes compartí diversos momentos. A mis amigos más cercanos, por escucharme y recordarme con paciencia que, aunque el camino sea difícil nunca hay que rendirse.

Gracias a cada uno de ustedes, este trabajo es el resultado de un esfuerzo colectivo tan significativo para la culminación exitosa de mi proceso académico.

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

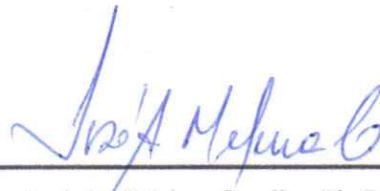
Trabajo de Integración Curricular presentado por Panchana Suárez Kevin Darío como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 8/7/2025



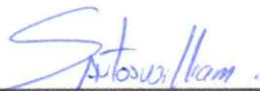
---

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



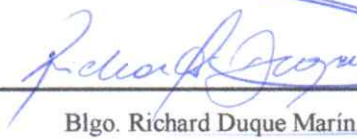
---

Acui. José Melena Cevallos, Ph. D.  
**PROFESOR DE ÁREA**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



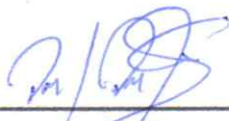
---

Blgo. William Santos Sánchez, 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**

## DECLARACION EXPRESA

La responsabilidad de los datos de la investigación, ideas y resultados exhibida en el presente trabajo de Integración Curricular denominado: "ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE DOS PROMOTORES COMERCIALES COMO ACELERADOR EN EL PROCESO DE MUDA EN CULTIVO DE LARVAS DE "*Penaeus vannamei*" EN CONDICIONES DE LABORATORIO" pertenece exclusivamente al autor y el patrimonio intelectual de la misma le corresponde a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



---

Kevin Darío Panchana Suárez

C.I. 2400284168

## ÍNDICE GENERAL

1	RESUMEN .....	1
2	Introducción .....	3
3	Justificación .....	6
4	Objetivos .....	8
4.1.	Objetivo general.....	8
4.2.	Objetivo específico .....	8
5	Hipótesis .....	9
5.1.	Hipótesis nula.....	9
6	Marco teórico .....	10
6.1.	Antecedentes en la producción de larvas de camarón .....	10
6.2.	Generalidades del camarón blanco <i>Penaeus vannamei</i> .....	11
6.3.	Clasificación taxonómica.....	12
6.4.	Estadios larvarios .....	12
6.4.1.	Nauplio .....	13
6.4.2.	Zoea .....	14
6.4.3.	Mysis .....	15
6.4.4.	Postlarva .....	16
6.5.	Calidad de agua.....	16
6.5.1.	Temperatura .....	17
6.5.2.	Oxígeno Disuelto.....	17
6.5.3.	Potencial de Hidrogeno (pH).....	18
6.5.4.	Salinidad (ppt) .....	18
6.5.5.	Alcalinidad.....	19
6.5.6.	Calcio - Potasio – Magnesio .....	20
6.6.	Manejo técnico.....	20
6.6.1.	Alimentación .....	20
6.6.2.	Muestreos.....	21
6.7.	Estimulantes en el crecimiento de camarón.....	22
6.8.	Mecanismos del uso de aditivos .....	23
6.8.1.	Aminoácidos, péptidos y compuestos nitrogenados.....	23
6.8.2.	Antioxidantes.....	23
6.8.3.	Extractos biológicos .....	24
6.8.4.	Motín Aid.....	24

6.8.5.	Ecomolt.....	25
7	Metodología .....	26
7.1.	Área de estudio. ....	26
7.2.	Enfoque y tipo de investigación.....	26
7.3.	Temporalidad .....	27
7.4.	Productos experimentales .....	27
7.4.1.	Promotor A (Moltin aid): .....	27
7.4.2.	Promotor B (Eco Molt):.....	27
7.5.	Diseño experimental .....	28
7.6.	Observación en fresco.....	30
7.7.	Proceso de muda .....	31
7.8.	Parámetros físico – químicos del agua.....	32
7.8.1.	Temperatura .....	32
7.8.2.	Demanda de oxígeno .....	32
7.8.3.	Salinidad.....	33
7.9.	Crecimiento.....	33
7.9.1.	Medición del Crecimiento .....	33
7.9.2.	Método volumétrico (Conteo Zoea, Mysis). ....	34
7.9.3.	Tasa supervivencia (%).....	34
7.10.	Análisis estadístico.....	34
8	Análisis e interpretación de los resultados.....	36
8.1.	Descripción del crecimiento de las larvas <i>P. vannamei</i> .....	36
8.2.	Supervivencia de larvas <i>P. vannamei</i> con los tratamientos aplicados .....	39
8.3.	Proceso de muda .....	42
9	Discusión.....	51
10	Conclusiones .....	53
11	Recomendaciones .....	54
12	Bibliografía .....	55
13	Anexos .....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Descripción de aplicación del promotor de muda.....	28
<b>Tabla 2</b> Dosificación de los Promotores.....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Sub – estadios de Nauplio .....	13
<b>Figura 2</b> Sub –estadios de Zoea .....	14
<b>Figura 3</b> Sub-estadios de Mysis .....	15
<b>Figura 4</b> <i>Postlarva</i> .....	16
<b>Figura 5</b> Sitio de muestreo .....	26
<b>Figura 6</b> Diseño experimental Promotor de muda .....	29
<b>Figura 7</b> Crecimiento de <i>P. Vannamei</i> durante el ciclo 1 en estadio Zoea y Mysis. ....	36
<b>Figura 8</b> <i>Crecimiento de P. Vannamei durante el ciclo 2 en estadio Zoea y Mysis.</i> ....	37
<b>Figura 9</b> Crecimiento de <i>P. Vannamei</i> durante el ciclo 3 en estadio Zoea y Mysis .....	38
<b>Figura 10</b> <i>Supervivencia de zoea y mysis durante el primer ciclo de producción</i> .....	39
<b>Figura 11</b> <i>Supervivencia de zoea y mysis durante el segundo ciclo de producción</i> .....	40
<b>Figura 12</b> <i>Supervivencia de zoea y mysis durante el tercer ciclo de producción</i> .....	41
<b>Figura 13</b> Porcentaje de muda en el estadio Z2 en tres ciclos de producción. ....	43
<b>Figura 14</b> Porcentaje de muda en el estadio Z3 en tres ciclos de producción. ....	45
<b>Figura 15</b> <i>Porcentaje de muda en el estadio M1 en tres ciclos de producción.</i> .....	46
<b>Figura 16</b> <i>Porcentaje de muda en el estadio M2 en tres ciclos de producción.</i> .....	48
<b>Figura 17</b> <i>Porcentaje de muda en el estadio M3 en tres ciclos de producción.</i> .....	49

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> <i>siembra de nauplios</i> .....	64
<b>Anexo 2</b> <i>Toma de parametros fisicos-químicos</i> .....	64
<b>Anexo 3</b> <i>Observacion de muestra directa de Penaeus vannamei</i> .....	64
<b>Anexo 4</b> <i>Conteo volumétrico en los tanques de producción</i> .....	64
<b>Anexo 5</b> <i>Análisis de balance ionico</i> .....	65
<b>Anexo 6</b> <i>Toma de muestra en estadio Zoea</i> .....	65
<b>Anexo 7</b> <i>Medición lineal en Z1</i> .....	65
<b>Anexo 8</b> <i>Medición lineal en M1</i> .....	65
<b>Anexo 9</b> <i>Observación directa de Nauplio 5 pasando con exito a Zoea 1</i> .....	65
<b>Anexo 10</b> <i>Prueba de Normalidad usando Shapiro-Wilk aplicado a los datos de crecimiento en los estadios de Zoea y Mysis del ciclo 1, ciclo 2 y ciclo 3.</i> .....	66
<b>Anexo 11</b> <i>Prueba de igualdad de varianzas, homocedasticidad de Levene, a los valores de crecimiento de Zoea y Mysis del ciclo 1, ciclo 2 y ciclo 3.</i> .....	66
<b>Anexo 12</b> <i>Prueba de Normalidad de supervivencia en el estadio Zoea de los tres Ciclos.</i> .....	67
<b>Anexo 13</b> <i>Prueba de Levene de homocedasticidad en Supervivencia en el estadio Zoea de los tres ciclos</i> .....	67
<b>Anexo 14</b> <i>Prueba de Normalidad en Supervivencia en el estadio Mysis de los tres ciclos.</i> .....	68
<b>Anexo 15</b> <i>Prueba de Levene de homocedasticidad en Supervivencia en el estadio Mysis de los tres ciclos</i> .....	68
<b>Anexo 16</b> <i>Prueba de Normalidad el estadio Z2</i> .....	69
<b>Anexo 17</b> <i>Prueba de Levene de homocedasticidad en Z2</i> .....	69
<b>Anexo 18</b> <i>Prueba de Normalidad en Z3</i> .....	70
<b>Anexo 19</b> <i>Prueba de Levene de homocedasticidad en Z3</i> .....	70
<b>Anexo 20</b> <i>Prueba de Normalidad en M1</i> .....	71
<b>Anexo 21</b> <i>Prueba de Levene de homocedasticidad en M1</i> .....	71
<b>Anexo 22</b> <i>Prueba de Normalidad en M2</i> .....	72
<b>Anexo 23</b> <i>Prueba de Levene de homocedasticidad en M2</i> .....	72
<b>Anexo 24</b> <i>Prueba de Normalidad en M3</i> .....	73
<b>Anexo 25</b> <i>Prueba de Levene de homocedasticidad en M3</i> .....	73

## GLOSARIO Y SIMBOLOGÍA

**Muda:** Proceso biológico en el cual el camarón se desprende de su exoesqueleto para permitir su crecimiento.

**Promotor de muda:** Producto comercial que estimula y acelera el proceso de muda en camarones.

***Penaeus vannamei*:** Especie de camarón blanco ampliamente cultivado en acuicultura.

**Zoea (Z):** Estadio larval posterior al nauplio; subdividido en Z1, Z2 y Z3.

**Mysis (M):** Estadio larval que sigue a la zoea; subdividido en M1, M2 y M3

**Postlarva (PI):** Fase final del desarrollo larval donde el organismo se asemeja a un camarón juvenil.

**PI:** Postlarva

**ppt:** Partes por mil

**Z:** Zoea

**M:** Mysis

**µm:** Micrómetro

**°C:** Grado Celsius

**mm:** Milímetro

## ABREVIATURAS

**CaCO<sub>3</sub>**: Carbonato de Calcio

**DO**: Oxígeno Disuelto

**mg/L**: Miligramos por Litro

**mL**: Mililitro

**ODS**: Objetivos de Desarrollo Sostenible

**ONU**: Organización de las Naciones Unidas

**pH**: Potencial de Hidrógeno

**Pl**: Postlarva

**ppm/tn**: Partes por millón por tonelada

**PIB**: Precio Interno Bruto

**ppt**: Partes por mil

**TSV**: Síndrome de Taura

**WSSV**: Virus del Síndrome de la Mancha Blanca

**Z**: Zoea

**M**: Mysis

**µm**: Micrómetro

# 1 RESUMEN

El presente estudio evaluó la eficacia de dos promotores de muda comerciales, en el cultivo de larvas de *Penaeus vannamei* en condiciones controladas de laboratorio, con el fin de acelerar el proceso de muda en los estadios larvales. Se utilizaron los promotores durante tres ciclos de producción, en las fases de Zoea y Mysis. Las concentraciones administradas fueron las siguientes: Promotor A hasta 1.5 ppm/tn y Promotor B hasta 4.5 ppm/tn, de acuerdo con dosis recomendadas por cada producto. Los resultados mostraron que ambos promotores contribuyen al proceso de muda en los tratamientos, alcanzando casi el 100% de muda en todas las condiciones al final de cada ciclo, de igual manera, el crecimiento en la longitud de las larvas cumple con los niveles óptimos descritos en (Goytortúa et al., 2023), y las tasas de supervivencia se mantuvieron dentro de los límites esperados, de acuerdo con Sorroza (2019), destacando especialmente el Promotor B. Aunque los promotores mostraron un impacto positivo, las diferencias observadas entre los tratamientos y el grupo control no fueron estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ) en los tres ciclos de producción. Este estudio sugiere que el uso de promotores de muda contribuyó a la sincronización del proceso de muda, puede ser una herramienta valiosa para mejorar la eficiencia en la producción de camarón.

**Palabras clave:** Muda, *Penaeus vannamei*, promotores, estadios larvales, Zoea, Mysis, crecimiento, ciclos de producción, sincronización.

## *ABSTRACT*

This study evaluated the effectiveness of two commercial molting promoters in the culture of *Penaeus vannamei* larvae under controlled laboratory conditions, aiming to accelerate the molting process during early larval stages. The promoters were applied over three production cycles in the Zoea and Mysis phases, using concentrations of 1.5 ppm/tn for Promoter A and 4.5 ppm/tn for Promoter B, according to each product's recommended dosage. Results showed that both promoters enhanced the molting process, achieving nearly 100% molting success at the end of each cycle. Larval growth in length met the optimal ranges reported in the literature, and survival rates remained within expected limits, with Promoter B showing slightly better performance. However, differences between treatments and the control group were not statistically significant ( $p > 0.05$ ). In conclusion, the use of molting promoters contributed to the synchronization of the molting process and represents a potential tool to improve efficiency in shrimp production.

**Keywords:** molting, *Penaeus vannamei*, promoters, larval stages, Zoea, Mysis, growth, synchronization.

## 2 Introducción

La producción acuícola mundial mantiene su tendencia de crecimiento en todo el mundo, consolidándose como una actividad estratégica para la seguridad alimentaria y el desarrollo económico, su evolución muestra diferencias entre regiones, reflejo de las condiciones ambientales, tecnológicas y de infraestructura disponibles. El sector es de gran importancia en la economía de un país aportando trabajo, por otro lado, la producción acuícola total comprendió 87,5 millones de toneladas de animales acuáticos, principalmente para su uso como alimentos destinados al consumo humano (FAO, 2022).

A lo largo de los años, la producción acuícola del camarón en Ecuador se ha posicionado como una de las industrias más importantes, ofreciendo tasa de empleos. Esta actividad es de gran importancia en la economía del país el cual, sostiene miles de empleos directos e indirectos en las comunidades costeras (Ullsco et al., 2021). La contribución al producto interno bruto ha ido en aumento, siendo competitiva relativamente uniforme con las de otros sectores productivos (Reyes, 2019). Ecuador se ha convertido en uno de los objetivos de interés a nivel mundial, debido a su calidad en la producción de camarón y sistemas tecnológicos innovadores, combinando excelencia en los productos, la conectividad es uno de los factores clave para exportaciones hacia mercados tan exigentes como la Unión Europea y Asia (Inducom, 2024).

Según la Federación Ecuatoriana de Exportadore, las exportaciones de camarón ecuatoriano alcanzaron el volumen de exportación más alto, con un total de 111.512 toneladas, cantidad más alta registrada hasta la fecha, (González, 2024). El destino principal para las exportaciones según estadísticas por la Cámara Nacional de Acuicultura (2024), China lidera la lista de destinos con el 57%, seguido de Europa con 18% y 17% corresponden a Estados Unidos, finalmente el 8% restante se redirige a otros países.

La muda se presenta como un fenómeno cíclico crítico en los camarones. Durante esa fase, el tejido conectivo que une la epidermis con la cutícula se descompone, lo que permite al crustáceo desprender su exoesqueleto y ganar espacio para un nuevo caparazón más amplio. (Chang, 1991). Dentro del contexto de la industria de camarones, la muda como proceso fisiológico, puede ser ventajosa, esencial para el desarrollo morfológico, o surgir en condiciones problemáticas que resultan en una mayor susceptibilidad a factores de estrés, enfermedades o desequilibrios en las condiciones de acuicultura (Rivera, 2001).

Además, se ha identificado relación entre la muda con ciertas enfermedades, como el Síndrome de Taura, Virus del Síndrome de la Mancha blanca (WSSV), y Necrosis infecciosa hipodérmica y hematopoyética, donde por lo general, los animales afectados suelen presentar exoesqueletos blandos (Le Moullac et al., 1997). Cuando la muda ocurre en entornos donde hay animales enfermos, la propagación de enfermedades puede acelerarse. En los laboratorios de producción de larvas de *Penaeus vannamei*, uno de los principales objetivos es lograr una alta tasa de supervivencia y un crecimiento acelerado desde los primeros estadios del desarrollo, como

nauplio, zoea, mysis y postlarvas (Parrales y Pillasagua, 2010). Estas características dependen de la calidad genética y el manejo durante el desove, siendo la falta de indicadores para predecir la calidad larval en fases iniciales (Abiyad et al., 1997), una limitación actual. El uso de promotores de muda se presenta como una estrategia prometedora para optimizar la transición entre estadios larvarios, facilitando el desarrollo morfológico y contribuyendo a una mayor eficiencia productiva.

### 3 Justificación

La producción comercial de camarón *Penaeus vannamei* hoy día representa un pilar dentro de la acuicultura mundial, genera miles de puestos de trabajo en las comunidades costeras y acapara un porcentaje significativo de las exportaciones marinas de varios países. En el ciclo biológico del crustáceo, la muda ocupa un lugar central porque le permite aumentar de tamaño y sustituir el exoesqueleto desgastado por el movimiento cotidiano. Este fenómeno no ocurre al azar, en muchos sistemas de producción se ha observado que la muda es más frecuente durante la luna llena, lo que sugiere una sincronización innata entre ritmo biológico y ciclo lunar. Durante el cambio de exoesqueleto exige un consumo energético elevado, si la calidad de agua no se encuentra en los rangos óptimos, esa energía no es suficiente y el animal queda vulnerable a deformaciones, parásitos o incluso a la muerte. Por esa razón, los técnicos monitorean constantemente la calidad del medio y ajustan el manejo para que cada muda se convierta en un éxito más que en un punto de crisis.

Esta investigación analiza el efecto de dos promotores de muda comercial sobre los cultivos larvarios de *Penaeus vannamei*, con la esperanza de elevar su rendimiento productivo. Los aditivos, clasificados como bioestimulantes metabólicos, facilitan el proceso de muda al acelerar el endurecimiento del exoesqueleto y minimizar el gasto energético requerido para la cristalización de sales y minerales. Al liberar ese excedente de energía, el camarón puede dirigirlo hacia otros frentes metabólicos esenciales y, por lo tanto, mejorar su crecimiento. La puesta en práctica de esta estrategia tiene el potencial de reducir drásticamente las pérdidas económicas ocasionadas por

mortalidades tempranas y retrasos en el desarrollo, transitando hacia una acuicultura más sostenible y rentable.

Esta investigación generó información relevante para el sector productivo sobre la caracterización de dos promotores de muda, sobre los procesos de crecimiento, supervivencia y dinámica de la muda en las fases iniciales del ciclo de vida del camarón, etapas sensibles y determinantes para maximizar su efectividad. Además, se tomaron datos de los factores físico-químicos del agua que influyen directamente en el crecimiento y desarrollo morfológico de las larvas. El presente estudio se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible; ODS 12, producción y consumo responsable, promoviendo la investigación e innovación en el sector productivo; ODS 14, vida submarina, asegurando el abastecimiento de proteína de origen marino en un sistema óptimo, fomentando así el uso racional de insumos acuícolas mediante prácticas más limpias y eficientes.

## 4 Objetivos

### 4.1. Objetivo general

Analizar el efecto de la aplicación de dos promotores de muda comerciales en condiciones de laboratorio, determinando su efectividad en las mejoras de los parámetros morfológicos en la fase larval.

### 4.2. Objetivo específico

- Describir el crecimiento de las larvas de *Penaeus vannamei* utilizando medición lineal con un portaobjeto de calibración.
- Determinar el impacto de los diferentes promotores de muda mediante la tasa de supervivencia bajo condiciones de laboratorio.
- Comparar el tiempo de transición de la muda entre las larvas tratadas con promotor y las del grupo control, identificando su aceleración en el proceso de muda.

## 5 Hipótesis

### 5.1. Hipótesis nula

El uso de los promotores comerciales no acelera el proceso de muda en el cultivo de *Penaeus vannamei*.

## **6 Marco teórico**

### **6.1. Antecedentes en la producción de larvas de camarón**

La producción de camarón ha experimentado una evolución desde sus inicios. A principios de la década de los sesenta, se establecieron los primeros laboratorios de producción de postlarvas en Ecuador, donde se introdujo la producción controlada de larvas en condiciones de laboratorio (FAO, 2022).

Durante los años 80 y 90, la producción continuo en aumento los laboratorios dependían principalmente de hembras capturadas en el mar para obtener nauplios, junto a su expansión masiva aumento la demanda de larvas, la cual no podía ser cubierta con la recolección natural, hasta finales de los 90 la mayoría de las empresas camaroneras comenzaron a obtener semilla de los laboratorios, y en 2002 se prohibió la captura de larvas silvestres, impulsando la ejecución de programas de maduración y mejora genética de reproductores (Acosta, 2016).

Ecuador se ha consolidado como uno de los principales exportadores mundiales de camarón, alcanzando en 2021 exportaciones por un valor superior a los USD 5.000 millones y un volumen de más de 861.800 toneladas impulsado por la fuerte demanda en mercados como China, Estados Unidos y la Unión Europea, según las estadísticas de la Cámara Nacional de Acuicultura, 2024. Representando una de las principales fuentes de ingresos no petroleros, generando empleo

directo e indirecto, beneficiando a comunidades costeras y fortaleciendo la infraestructura local (Datasur, 2022).

## **6.2. Generalidades del camarón blanco *Penaeus vannamei***

El camarón blanco presenta un rostrum largo con una serie de 7-10 dientes dorsales y 2-4 ventrales. Su ciclo de vida incluye etapas larvarias, seis nauplios, tres proto-zoeas y tres estadios mysis y la fase postlarva (Marínez-Córdova, et al., 1998). Los machos maduros presentan un petasma simétrico y semiabierto, además de espermatóforos, facilitando la transmisión de gametos. Las hembras, poseen un télico abierto en su fase de madurez sexual. Durante su crecimiento, las hembras suelen desarrollar una mayor talla en comparación con los machos, alcanzando hasta 28 cm de longitud total (Pérez y Kensley, 1997), es una especie decápoda caracterizada por su morfología adaptada a entornos tropicales.

### 6.3. Clasificación taxonómica

**Reino:** Animalia

**Filo:** Arthropoda

**Subfilo:** Crustacea

**Clase:** Malacostraca

**Subclase:** Eumalacostraca

**Superorden:** Eucarida

**Orden:** Decapoda

**Suborden:** Dendobranchiata

**Superfamilia:** Penaeoidea

**Familia:** *Penaeidae*

**Género:** *penaeus*

**Especie:** *Penaeus vannamei* (Boone, 1931)

### 6.4. Estadios larvarios

Según Garnica Delgado, (2016) las larvas de camarón atraviesan 3 fases: la naupliar, la protozoa y la mysis, antes de su metamorfosis a postlarva morfológicamente semejante al juvenil. El desarrollo larval del camarón *P. vannamei* es un proceso complejo, las hembras, tras un lapso de 15 horas, concluyen el proceso de eclosión. En esta fase inicial se registra la fecundación y, posteriormente, su eclosión exhibe los estadios larvales que se describen en los párrafos siguientes

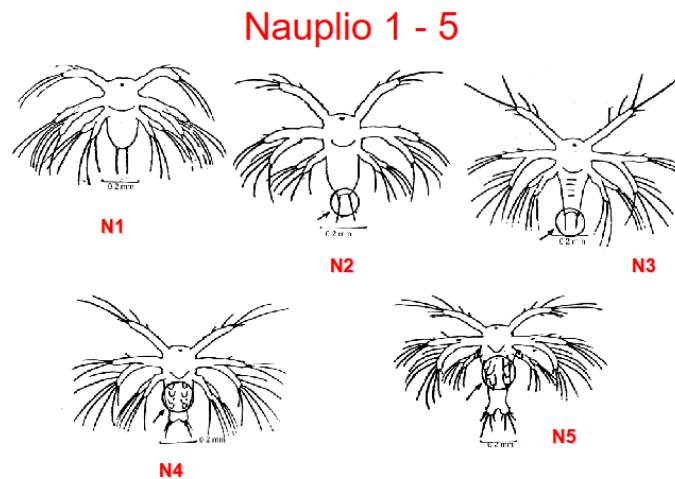
### 6.4.1. Nauplio

Es la primera fase larval después de la eclosión de los huevos, el cual pasa por cinco subestadios denominados Nauplio I, II, III, IV y V, como se muestra en **Figura 1**.

Las larvas se alimentan principalmete de las reservas vitelinas acumuladas. Presenta un cuerpo no segmentado, ovalado o a veces triangular y lleva un ocelo en la región anterior, igual que el desarrollo de mandíbulas y de otros seis pares de apéndices natatorios que permiten el movimiento mediante golpes rítmicos. Dura aproximadamente 36 – 48 horas, el cual posee una longitud de 0.4 – 0.5 mm (Goytortúa, et al.,2023).

**Figura 1**

*Sub – estadios de Nauplio*



Nota. Adaptado de “Metodología de Cultivo Comercial de Camarón en Ecuador Especies: *Penaeus (Penaeus) vannamei* *P. stylirostris* (p.13), de Marcillo, 2010.

### 6.4.2. Zoea

El estadio de zoea se divide en tres subestadios Zoea I, II y III, apariencia de un sistema digestivo funcional y su alimentación se basa de microalgas, principalmente especies como *Chaetoceros* y *Thalassiosira*. Presenta un cuerpo segmentado con la aparición de pleones, antenas y apéndices torácicos más desarrollados, sus ojos comienzan a diferenciarse, aunque todavía no están completamente pedunculados como se representa en la **Figura 2**.

La natación dependiendo de los apéndices torácicos a medida que avanza el desarrollo, los pleópodos empiezan a formarse. Tiene una duración aproximada de 3 – 4 días, durante esta fase el crecimiento de la zoea varía entre 0.7 – 1.2 mm (Goytortúa, et al.,2023).

#### Figura 2

##### *Sub –estadios de Zoea*



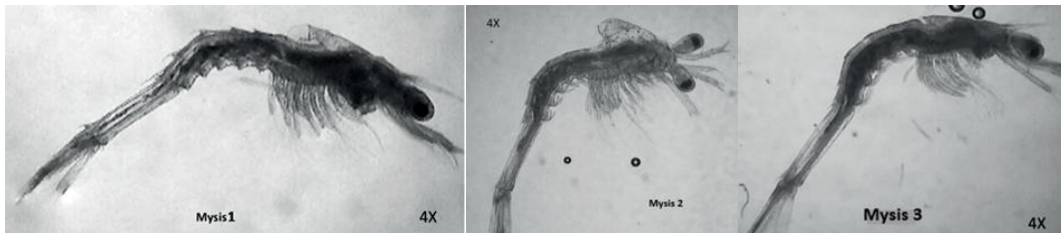
Nota. Adaptado de “Manual para la identificación de estadios larvales del camarón blanco del Pacífico *Penaeus vannamei*” (pp. 17, 22, 24), de Goytortúa et al., 2023.

### 6.4.3. Mysis

El estadio de mysis presenta características morfológicas que incluyen el desarrollo del abdomen segmentado, los pleópodos y los urópodos, además, los ojos completamente pedunculados. Esta etapa dura aproximadamente 3 – 5 días y se divide en tres subestadios Mysis I, II y III. Durante este período, la larva aumenta su tamaño hasta alcanzar entre 2.0 – 3.5 mm, y se observa una mayor actividad natatoria gracias al desarrollo de los pleópodos (Goytortúa, et al.,2023). Su alimentación se basa en alimento vivo, en este estadio ya pueden comenzar a consumir alimentos sólidos (**Figura 3**) (Valarezo Villacrés, 2016).

#### Figura 3

##### *Sub-estadios de Mysis*



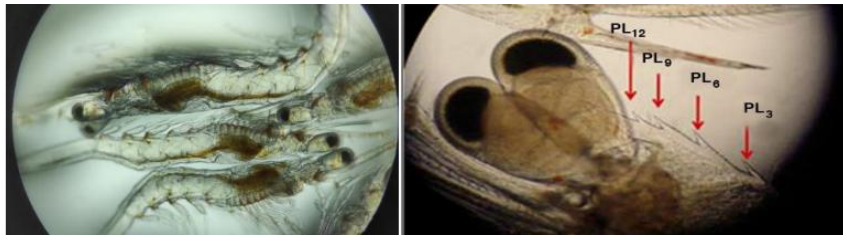
Nota. Adaptado de “Manual para la identificación de estadios larvales del camarón blanco del Pacífico *Penaeus vannamei*” (pp. 27, 31, 34), de Goytortúa et al., 2023.

#### 6.4.4. Postlarva

El estadio de postlarva es el último en el desarrollo aspecto parecido al camarón adulto, presenta un cuerpo segmentado, apéndices completamente formados. Sus pleópodos están completamente funcionales, permitiéndoles nadar con mayor precisión. Su tamaño varía desde 3.5 mm en PL1 hasta 10 mm en estadios superiores, y puede mantenerse en este estado durante varias semanas antes de alcanzar la etapa juvenil. Se alimenta de nauplios de Artemia, dietas artificiales y alimento balanceado (Goytortúa, et al.,2023).

#### Figura 4

##### *Postlarva*



Nota. Adaptado de “La evaluación de postlarvas es clave para controlar enfermedades del camarón”, de (Limsuwan & Ching, 2013)

#### 6.5. Calidad de agua

La composición química y física del agua influye, de modo decisivo, en la tasa de crecimiento y en la viabilidad general del camarón cultivado en estanques industriales. Según Boyd et al. (2001), un control riguroso de variables como salinidad, temperatura, pH, oxígeno disuelto, turbidez y alcalinidad permite disminuir el efecto adverso de los efluentes en producción. Chica (2019) resalta la importancia de mantener un equilibrio en los parámetros fisicoquímicos, la

concentración de iones esenciales como el calcio, potasio y magnesio. Los monitoreos y control ayudan a mantener condiciones óptimas en los estanques de producción.

### **6.5.1. Temperatura**

El control de la temperatura en el proceso de producción es relevante para el desarrollo del camarón. Variaciones térmicas pueden generar retrasos durante los cambios de estadio, su crecimiento eficiente ocurre en un rango de temperatura entre 28°C y 31°C (García, 2018). La temperatura recomendada para siembra es de 30°C, durante las fases de nauplio 5 a postlarva se debe mantener entre 32°C y 34°C para un crecimiento acelerado. Posterior a esta etapa, los organismos pueden ser expuestos a la temperatura ambiente, lo que optimiza su adaptación a las condiciones del medio de cultivo (Rodríguez Rosales, 2014). Por el contrario, temperaturas cercanas a 25°C pueden provocar retraso en los camarones, disminuyendo su capacidad de asimilación de nutrientes y afectando su crecimiento (Salazar, 2017).

### **6.5.2. Oxígeno Disuelto**

El oxígeno cumple un papel esencial en la acuicultura, un suministro adecuado potencia la eficiencia del cultivo, la accesibilidad de oxígeno influye también en el comportamiento alimenticio de los organismos, estableciendo su capacidad de ingesta y asimilación de nutrientes (Garnica Delgado, 2016). Para mantener un ambiente estable en el cultivo, la concentración de

oxígeno disuelto tiene que mantenerse entre 3 mg/L y 6 mg/L, garantizando así condiciones adecuadas para el crecimiento y supervivencia (Muñoz, 2018).

### **6.5.3. Potencial de Hidrogeno (pH)**

El potencial de hidrógeno o más conocido como pH, es un parámetro que indica la acidez o alcalinidad de un medio acuático, esta medida se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno, lo que permite clasificar el agua en función de su capacidad para neutralizar ácidos o bases fuertes. La alteración en el pH puede influir en los procesos biológicos, afectando la sobrevivencia y crecimiento de los organismos acuáticos (Hernández , 2016). Los niveles fuera de rangos tienen impacto directo en su desarrollo, valores inferiores a 4 son letales, un pH de 4 y 5 dificultan la reproducción de los camarones. Los rangos entre 5 y 6 derivan en un crecimiento retardado, pero los niveles de pH entre 6 y 9 estimulan un crecimiento adecuado, valores superiores a 11 son letales para la especie (Garcia, 2018).

### **6.5.4. Salinidad (ppt)**

La salinidad es un parámetro químico esencial del agua, indica la concentración total de sales, expresada generalmente en partes por mil (ppt). En el agua marina, el cloruro de sodio (NaCl) equivale aproximadamente el 80% de las sales disueltas, mientras que el 20% restante está compuesto por otros iones (Moraga, 2015). Especies como *Penaeus vannamei* se ha evidenciado una notable adaptabilidad a abundantes rangos de salinidad, siendo cultivadas con éxito entre 3

ppt y valores superiores a 50 ppt. En condiciones de baja salinidad, los organismos requieren un mayor gasto energético para llevar a cabo la osmorregulación, lo que provoca un menor crecimiento. Así mismo, el estrés osmótico producido por bajas salinidades incrementa el amonio, deteriorando la calidad del agua y afectando el bienestar de los organismos en cultivo (García, 2018).

#### **6.5.5. Alcalinidad**

La alcalinidad del agua se determina en miligramos por litro y hace mención a la concentración total de sustancias disueltas, incluyendo el hidróxido, borato, fosfato, silicato, bicarbonato y carbonato (Ulloa, 2015). Estos compuestos son esenciales en la química del agua, determinando su capacidad para neutralizar ácidos.

Conservar niveles adecuados, preferiblemente arriba de 80 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ , ayuda a estabilizar el pH del agua, prevenir variaciones que pueden estresar a los camarones y afectar su desarrollo. Por otro lado, un exceso de alcalinidad, superior a 200 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ , de la mano con un pH mayor a 8.5, puede perjudicar al proceso de muda del camarón (Saúl, 2019).

### **6.5.6. Calcio - Potasio – Magnesio**

El balance iónico en el agua utilizada para el cultivo de *Penaeus vannamei*, se refiere a la concentración satisfactoria de elementos como calcio, potasio y magnesio. Este balance se mide en miligramos por litro (mg/L) y es fundamental para el crecimiento y desarrollo de los camarones, Boyd et al. (2001).

El Magnesio interviene decisivamente en la construcción del exoesqueleto de los crustáceos; el potasio, por su parte, regula funciones celulares y el equilibrio osmótico; y el calcio resulta indispensable para que la nueva coraza se endurezca inmediatamente después de la muda (Holguín, 2020). Preservar niveles adecuados de estos iones en el agua fortalece la salud asegurando un crecimiento óptimo y una mayor tasa de supervivencia a lo largo de su ciclo de cultivo.

## **6.6. Manejo técnico**

### **6.6.1. Alimentación**

La alimentación en los sistemas de cultivo constituye una base fundamental en la producción, y se categoriza en alimento líquido y alimento sólido. De acuerdo con Carvajal y Bolaños Núñez (2015), en los primeros estadios, como nauplio y zoea, se emplea alimento líquido como microalgas, a causa de que el sistema bucal del organismo aún no está del todo desarrollado.

A medida que el organismo se desarrolla dentro de la fase mysis, se introduce progresivamente el alimento sólido en una proporción inicial recomendada de 50-50 junto con el alimento líquido permitiendo que se adapten al cambio en la textura y composición del alimento. Durante el estadio postlarva, se utiliza únicamente dieta sólida las cuales están disponibles comercialmente en diferentes granulometrías, medidas en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ), estas se ajustan según el tamaño y capacidad de ingestión del animal en crecimiento (Carvajal y Bolaños Núñez, 2015).

Para sostener un desarrollo ideal y mantener la calidad en la cosecha de larvas, se complementan las dietas tradicionales con alimentos microencapsulados formulados con elevados niveles de proteínas, ácidos grasos y minerales con valor nutricional. De igual manera, se promueve el uso de alimentos vivos como Artemia, debido a su alta palatabilidad y contenido nutricional. Determinados productos comerciales han sido desarrollados para satisfacer de manera precisa los requerimientos nutricionales de los estadios larvales teniendo un impacto positivo en los resultados productivos (Valarezo Villacrés, 2016).

### **6.6.2. Muestreos**

En el transcurso de las primeras 12 a 15 horas después de la siembra, es primordial tomar una muestra de cada tanque y analizarla al microscopio para diagnosticar el porcentaje de larvas que han mudado a estadio ZOE1. Esta revisión igualmente permite detectar si las larvas están

asimilando correctamente el alimento como las algas y detectar posibles anomalías por hongos o bacterias, permitiendo aplicar de manera oportuna tratamientos, en función al tipo de patógeno presente.

Tal monitoreo se sostiene continuamente durante todo el ciclo, que se extiende entre 20 y 22 días, con la finalidad de asegurar que el cambio de estadios larvales ocurra sin complicaciones. Durante los procesos de muda, es común que entre un 3% a 5% de larvas no consigan desarrollarse, valores que se consideran aceptables. No obstante, cuando las pérdidas sobrepasan el 10%, se interpreta como problemas significativos en el desarrollo larval (Urresta Albán, 2017).

### **6.7. Estimulantes en el crecimiento de camarón**

Los aditivos son sustancias añadidas a los alimentos o directamente al agua con propósitos específicos. Estos pueden ser inactivos o activos, naturales o sintéticos, e incluso químicos nutritivos o no nutritivos. En la nutrición del camarón, los aditivos más comunes incluyen antibióticos, probióticos, nutrientes, pigmentos, enzimas, conservantes, antioxidantes, agentes atractivos y estimulantes del apetito, influyendo en la tasa de crecimiento y el tamaño máximo alcanzable son los más importantes para la optimización de la producción (Carrillo et al., 2019).

## **6.8. Mecanismos del uso de aditivos**

El crecimiento de células y órganos en organismos multicelulares es un proceso que se comprende en menor medida. Se considera que la regulación de este crecimiento está principalmente controlada por la coordinación entre la progresión del ciclo celular y la supervivencia de las células (Conlon y Raff, 1999). El crecimiento celular y, en algunos casos, el tamaño de las células depende de la disponibilidad de nutrientes, y algunos organismos han desarrollado estrategias especiales para sobrevivir durante períodos de deficiencias alimentarias (Bohni et al., 1999).

### **6.8.1. Aminoácidos, péptidos y compuestos nitrogenados**

La suplementación con aminoácidos individuales ha mostrado resultados positivos en experimentos, sin embargo, no se ha comprobado si estos aminoácidos eran deficientes en las fuentes proteicas utilizadas, de acuerdo con las necesidades específicas de cada especie. Además, la incorporación de aminoácidos purificados en la dieta puede mejorar la tratabilidad y estimular el apetito, más allá de sus funciones como nutrientes (Lee y Meyers, 1997).

### **6.8.2. Antioxidantes**

La energía alimentaria en los crustáceos se prioriza hacia la supervivencia, seguida de la muda y el crecimiento, con un enfoque principal en la supervivencia (Gore, 1985). Los antioxidantes naturales en las dietas de los crustáceos desempeñan un papel clave al estimular el

crecimiento, al reducir la concentración de radicales libres y mitigar los trastornos asociados a su presencia en el organismo. Las vitaminas E y C, junto con los carotenoides, son algunos de los antioxidantes naturales más importantes. Además, los minerales como el selenio, zinc y cobre son esenciales, ya que actúan como cofactores de las enzimas involucradas en los procesos de oxidación-reducción.

### **6.8.3. Extractos biológicos**

La langostilla se presenta como un recurso natural valioso para su uso como aditivo alimentario en dietas para camarones. Este crustáceo, es abundante y fácil de capturar en grandes cantidades. Su composición química es de gran valor para la nutrición animal, y en ocasiones representa hasta el 70% de la fauna acompañante en la pesquería del camarón en Baja California Sur (Civera et al. 1998). La harina de langostilla se ha investigado principalmente como un sustituto parcial o total de la harina de pescado, la harina de cabeza de camarón y la soya en alimentos para camarones *Farfantepenaeus californiensis* y *Penaeus vannamei*. Varios estudios, como los de Goytortúa (2023) y Civera et al. (1998), han evaluado su impacto en la sobrevivencia, el crecimiento y la digestibilidad in vivo de estos camarones.

### **6.8.4. Motín Aid**

Aditivo formulado para estimular la producción hormonal que desencadena el proceso de muda en *Penaeus vannamei*. Su composición se basa en extractos naturales obtenidos de

organismos marinos, los cuales presentan una alta afinidad fisiológica con los sistemas del camarón, facilitando su asimilación, el producto contribuye a restablecer el equilibrio hormonal cuando se presentan condiciones adversas que afectan la sincronización de la muda, como desequilibrios nutricionales, estrés ambiental o deficiencias metabólicas. Favorece la continuidad del desarrollo larval, reduce los niveles de estrés, mejora la absorción de lípidos esenciales y, en consecuencia, disminuye la mortalidad asociada a fallas en el proceso de muda (Biomasa).

#### **6.8.5. Ecomolt**

Aditivo funcional diseñado para uso en acuicultura, cuya principal función es actuar como promotor de muda y optimizador de la calidad del agua. Este bioestimulante metabólico favorece la síntesis de compuestos esenciales para el endurecimiento del exoesqueleto en crustáceos, contribuyendo así a un desarrollo sano y continuo durante las etapas críticas de crecimiento, como la larvicultura. Su formulación permite una aplicación versátil, ya sea incorporado al alimento o directamente en el medio acuícola, facilitando la asimilación de nutrientes, reduciendo el estrés asociado a fallas en el proceso de muda y mejorando la supervivencia en sistemas de cultivo (Ministerio de Producción, 2023).



su efecto en el desarrollo en larvas de *Penaeus vannamei*. Este estudio adoptó un diseño de investigación de carácter descriptivo y experimental.

### **7.3. Temporalidad**

Esta investigación se realizó durante el periodo de enero con una capacitación y posteriormente de febrero hasta abril del 2025 con la toma de datos de los 3 ciclos de producción.

### **7.4. Productos experimentales**

#### **7.4.1. Promotor A (Moltin aid):**

Un precursor de muda específico para el *Panaeus vannamei* busca mejorar la eficiencia del proceso de ecdisis. El aditivo, elaborado con extractos enzimáticos de origen marino, estimula los mecanismos fisiológicos que preparan a los crustáceos para la renovación de la cutícula. Su aplicación en sistemas de cultivo ha demostrado favorecer una muda uniforme y, al mismo tiempo, mitigar el estrés y la mortalidad asociada con este evento crítico del ciclo biológico (Biomasa).

#### **7.4.2. Promotor B (Eco Molt):**

Es un bioestimulante metabólico compuesto de mezcla de sales minerales para endurecer el exoesqueleto de los camarones formulado para controlar los procesos de muda en estos animales sin depender de los ciclos lunares (Soltech, 2025).

### 7.5. Diseño experimental

El diseño experimental consistió en 5 tanques por cada ciclo de producción los cuales fueron distribuidos por: Promotor A (2 réplicas), Promotor B (2 réplicas) y tratamiento control (1 réplica) cómo se describe en la siguiente **Tabla 1**, con una capacidad máxima de 20 toneladas cada uno.

**Tabla 1.**

Descripción de aplicación del promotor de muda

<b>Producto</b>	<b>Identificación del tratamiento</b>	<b>Composición</b>
Sin producto	Tratamiento 1 control	
Promotor A	Tratamiento 2	Premezcla-ácidos bilicos
Promotor B	Tratamiento 3	Mezcla de sales minerales

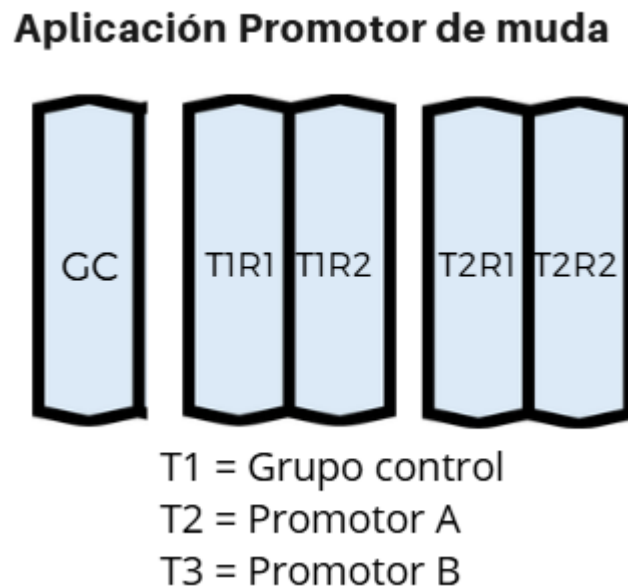
*Nota: Detalles de tratamientos de los promotores de muda y el control sin adición del aditivo.*

El manejo del tratamiento y grupo control se efectuó en iguales condiciones de limpieza, desinfección y alimentación. La única diferencia fue la aplicación en los promotores de muda en

los tratamientos 2 y 3 que se dosificó por capacidad de tonelada en sus respectivas réplicas. En el grupo control no se suministró el producto, mientras que en los tanques experimentales se aplicó a diferentes concentraciones según el estadio, como se muestra en la **Figura 6**.

### Figura 6

Diseño experimental Promotor de muda



*Nota. Representación de la metodología aplicada para evaluar el efecto del promotor de muda comercial.*

Los promotores se dosificaron directamente mediante una disolución en un litro de agua, a continuación, se dispersaron uniformemente por todo el volumen del tanque. La incorporación se llevó a cabo en el horario de las 07:00 pm, guiada por el técnico del laboratorio, indicaba cómo se desarrollaba el cambio de estadio en los momentos exactos en que se producía la transición.

Las concentraciones de cada promotor variaron según el estadio de desarrollo. Para el Promotor A, se utilizó dosis de 3.3 a 4.5 ppm/tn, mientras que, para el Promotor B, las dosis oscilaron entre 0.5 a 1.5 ppm/tn (**Tabla 2**).

**Tabla 2**

Dosificación de los Promotores

Tratamiento		Número de tanque	Zoea 1	Zoea 2	Zoea 3	Mysis 1	Mysis 2	Mysis 3
			(ppm/Tn)	(ppm/Tn)	(ppm/Tn)	(ppm/Tn)	(ppm/Tn)	(ppm/Tn)
Grupo Control		14	0	0	0	0	0	0
Promotor A	Réplica 1	15	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1.5
Promotor A	Réplica 2	16	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1.5
Promotor B	Réplica 1	17	3.3	3.6	3.8	3.9	4.2	4.5
Promotor B	Réplica 2	18	3.3	3.6	3.8	3.9	4.2	4.5

Nota. *Dosificación desde Zoea 1 hasta Mysis 3, con una sola aplicación al día.*

Después de cada aplicación, se esperó el tiempo de reacción y se recolectaron muestras del grupo control y de los tratamientos para realizar observaciones en fresco con ayuda de un microscopio, anotando los cambios en el desarrollo morfológico de las larvas, la duración de cada estadio, longitud del organismo, seguido en (Reyes et al., 2013).

## 7.6. Observación en fresco

Para este análisis en fresco se basó en observar las características morfológicas mediante un microscopio, debido a que cada proceso de muda experimenta cambios, se describió el desarrollo de la etapa de Protozoeas (Estadios Z-1, Z-2 y Z-3), y etapa de Mysis

(Estadios M-1, M2 y M-3) basado principalmente en (Goytortúa et al., 2023), se tomó en consideración los siguientes aspectos:

- Actividad del organismo
- Longitud del cuerpo
- Desarrollo morfológico

### **7.7. Proceso de muda**

Se recolectaron muestras en los estadios de cada tratamiento y el grupo control en los estadios Zoea (Z2 y Z3) y Mysis (M1, M2 y M3), se realizaron cuatro muestreos por jornada, en los horarios de 10:00, 19:00, 22:00 y 03:00, abarcando así el periodo completo de transición. En cada observación se determinó el número de organismos que habían completado la muda, calculando el porcentaje de muda mediante la relación entre el total de larvas que cambiaron de estadio y el total de individuos observados, con la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de muda (\%)} = \frac{\text{Número de larvas que completaron la muda}}{\text{Número total de larvas observadas}} \times 100$$

## **7.8. Parámetros físico – químicos del agua**

Los parámetros físicos se tomaron dos veces, antes y después de la aplicación del promotor de muda, utilizando el equipo YSI Pro 20i instrumento portátil. Se registró el oxígeno disuelto y la temperatura. Para la obtención de muestras respecto al pH y salinidad, se recolectó agua de la superficie. Las muestras se colocaron en recipientes de plástico de 10 ml.

### **7.8.1. Temperatura**

La temperatura se midió mediante el equipo YSI Pro 20i instrumento portátil, se sumergió hasta la mitad del estanque, evitando el contacto directo con las mangueras de calefacción para evitar datos erróneos, finalmente las lecturas se registraron en una libreta de campo y posteriormente se transfirieron a una base de datos en Excel

### **7.8.2. Demanda de oxígeno**

Para determinar la Demanda de Oxígeno Disuelto (DO), se introdujo el equipo YSI Pro 20i instrumento portátil en el canal hasta alcanzar el fondo. Se permitió un tiempo de estabilización de aproximadamente 3 minutos. Una vez transcurrido este tiempo, se registró el valor de DO mostrado en la pantalla del equipo y se anotó en la bitácora correspondiente.

### **7.8.3. Salinidad**

Para determinar la salinidad se utilizó un refractómetro manual se colocó una pequeña cantidad de la muestra de agua sobre la superficie de medición, de este modo cerrando la tapa para asegurar, posterior se observó a través del ocular del dispositivo, donde se mostró la escala de salinidad. Se calibró el refractómetro con agua destilada antes de cada uso para garantizar la precisión de las lecturas.

## **7.9. Crecimiento**

### **7.9.1. Medición del Crecimiento**

Se realizaron muestreo de manera aleatoria con un total de 20 organismos por cada tratamiento y grupo control, en total se realizaron un total de 100 organismos, distribuidos en 5 tanques, en el cual, el muestreo se realizó en los primeros estadios larvales de *Penaeus vannamei* durante, Zoea 1, Zoea 2, Zoea 3, Mysis 1, Mysis 2, Mysis 3. Para las mediciones, se utilizó un portaobjeto de calibración con escala en milímetros, avalando la precisión de las mediciones. Se tomaron datos de longitud corporal de cada larva utilizando un microscopio.

### **7.9.2. Método volumétrico (Conteo Zoea, Mysis).**

Este procedimiento se aplicó a las fases de Zoea y Mysis y consistió en extraer 1 litro de agua por medio de cuatro puntos distintos del tanque de 250 litros. Posteriormente, se contabilizó manualmente cada una de las larvas y el total observado se multiplicó en función del volumen total de agua que contenía el estanque.

### **7.9.3. Tasa supervivencia (%)**

El registro de la supervivencia se determinó por la fracción de organismos muestreados con respecto a la cantidad de siembra con la siguiente fórmula (Saldarriaga y Briones, 2005 citada en Soriano, 2017):

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

Dónde:

$S$  = supervivencia (%)

### **7.10. Análisis estadístico**

Se sometieron los datos a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, cuyos resultados indicaron que los datos no presentaban diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ), por

lo tanto, se distribuyen de forma normal. A continuación, se aplicó el test de Levene para evaluar la homogeneidad de varianzas, obteniendo también valores superiores a 0.05, lo que confirma que las varianzas son homogéneas. Cumplidos estos supuestos, se ejecutó un análisis de varianza (ANOVA) seguido de la prueba post hoc de Tukey, mediante la cual se identificaron diferencias significativas entre tratamientos; estas se interpretan a través de letras asignadas a las medias: tratamientos con letras diferentes presentan diferencias significativas, mientras que aquellos con letras iguales no.

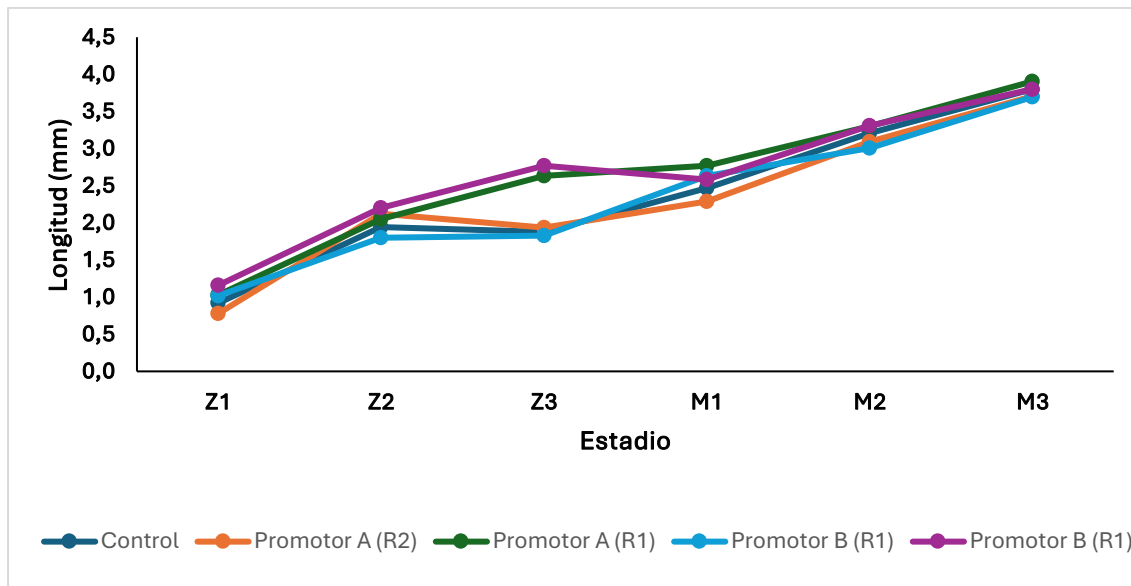
## 8 Análisis e interpretación de los resultados

### 8.1. Descripción del crecimiento de las larvas *P. vannamei*

Se analizaron 100 muestras por ciclo de producción, con 20 organismos por tratamiento, distribuidos en 5 tanques. Se muestrearon los estadios larvales Zoea 1, Zoea 2, Zoea 3, Mysis 1, Mysis 2 y Mysis 3 en tres ciclos de producción diferentes.

**Figura 7**

*Crecimiento de P. Vannamei durante el ciclo 1 en estadio Zoea y Mysis.*

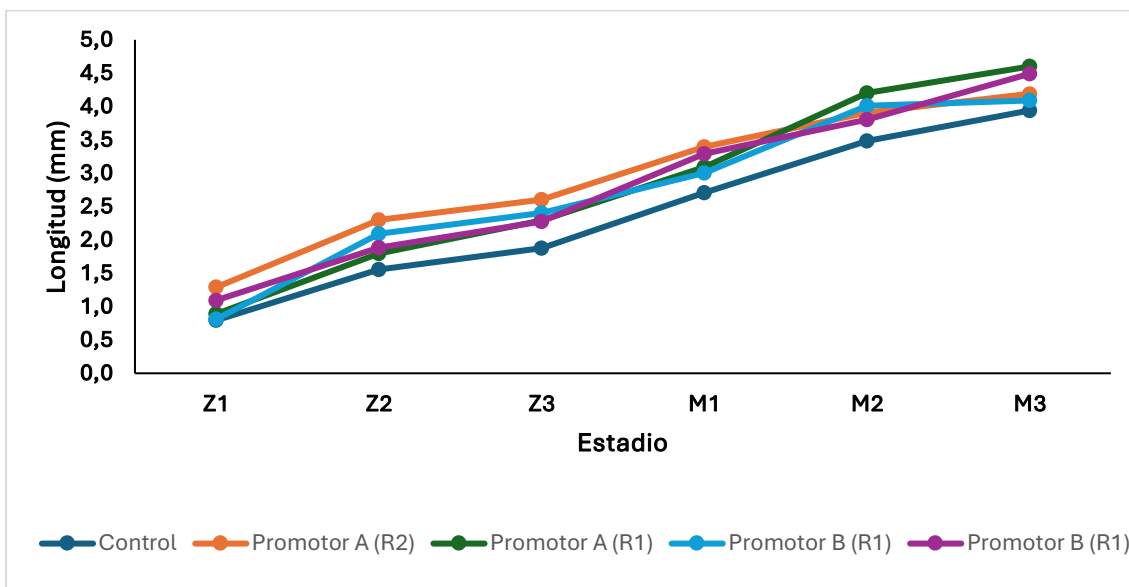


Nota. Crecimiento de larva durante los estadios Zoea (Z1, Z2, Z3) y Mysis (M1, M2, M3) del ciclo 1 de producción, grupos tratados con dos promotores de muda comerciales (A y B), frente a un grupo control sin adición de promotores.

En la **Figura 7** en el estadio Z1, el tratamiento con Promotor B (R1) registra la mayor longitud inicial de 1.2 mm, siendo superior al grupo control con 0.9 mm y al Promotor A (R2) con 0.8 mm. En Z3 el mismo tratamiento alcanza 2.8 mm, frente a 1.9 mm del grupo control. En el estadio M3, todos los tratamientos alcanzaron longitudes superiores a 3.7 mm, el tratamiento con Promotor A (R1) mostró una ligera ventaja de 3.9 mm sobre los demás, incluyendo el control con 3.8 mm.

**Figura 8**

*Crecimiento de P. Vannamei durante el ciclo 2 en estadio Zoea y Mysis.*



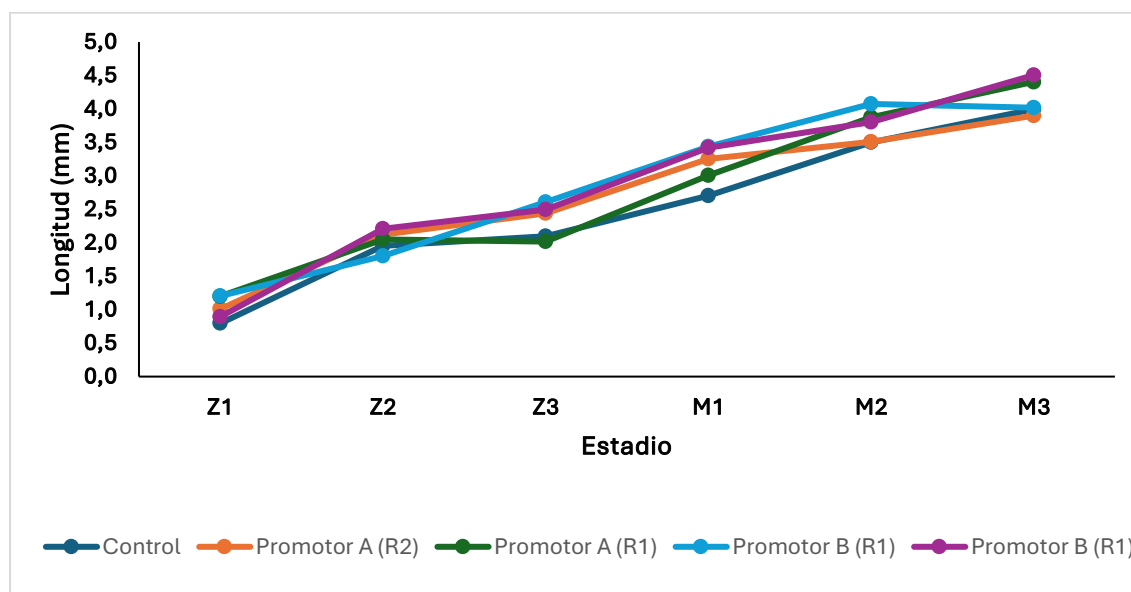
Nota. Crecimiento durante los estadios Zoea (Z1, Z2, Z3) y Mysis (M1, M2, M3) del ciclo 2 de producción, grupos tratados con dos promotores de muda comerciales (A y B), frente a un grupo control sin adición de promotores.

En la **Figura 8** durante el Ciclo 2 de producción, se observa un crecimiento constante en cada uno de los tratamientos. Durante la fase zoea, el Promotor A (R1) muestra el mejor

desempeño, alcanzando 1.3 mm en Z1, en comparación con el control de 0.8 mm, este tratamiento mantiene una ventaja relativa en Z2 con 2.3 mm y Z3 con 2.6 mm. Mientras que en la fase de mysis, los tratamientos Promotor A (R2) y Promotor B (R2) alcanzan longitudes de 4.6 mm, y 4.5 mm correspondientes comparado con el control que registró 3.5 mm en M2 y 3.9 mm en M3.

### Figura 9

*Crecimiento de P. Vannamei durante el ciclo 3 en estadio Zoea y Mysis*



Nota. Crecimiento durante los estadios Zoea (Z1, Z2, Z3) y Mysis (M1, M2, M3) del tercer ciclo de producción, grupos tratados con dos promotores de muda comerciales (A y B), frente a un grupo control sin adición de promotores.

Durante el Ciclo 3 de producción, la fase zoea 1, los tratamientos con Promotor A (R2) y Promotor B (R1) sobresalen con longitudes superiores de 1.2 mm, superando al grupo control con 0.8 mm. En Z2 y Z3, el Promotor B (R2) alcanza longitudes de 2.2 mm en Z2 y 2.5 mm en Z3. En la fase mysis (M1–M3), se contempla una superioridad del Promotor B (R2), que registra 3.4 mm en M1, y finaliza con la mayor longitud observada en M3 (4.5 mm). Continuamente el Promotor

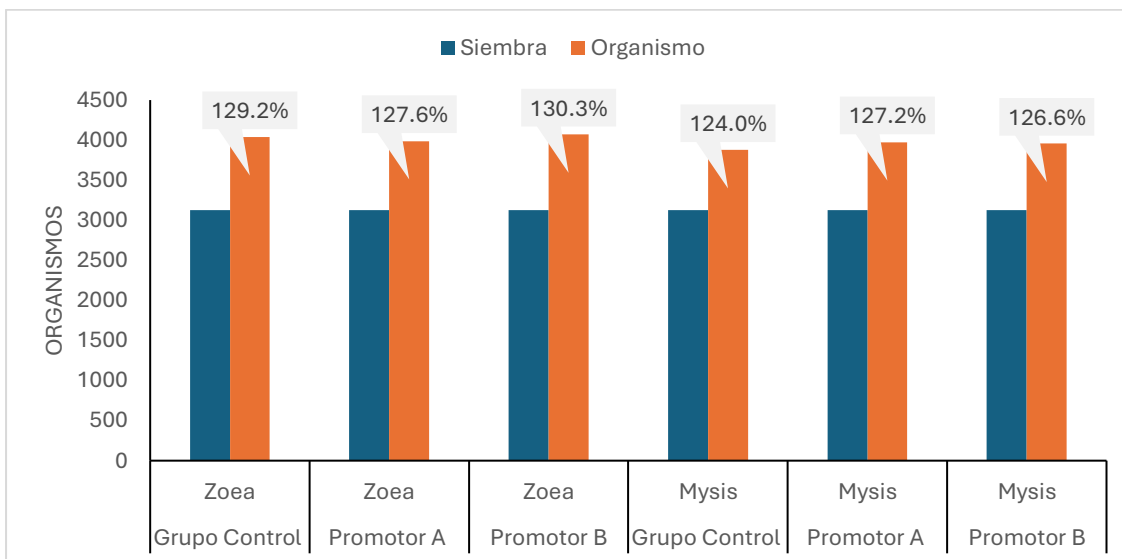
A (R2) que alcanza 4.4 mm en M3 y el tratamiento control mantiene 4.0 mm en M3, como se muestra en la **Figura 9**.

## 8.2. Supervivencia de larvas *P. vannamei* con los tratamientos aplicados

La supervivencia final de larvas *P. vannamei* en los estadios Zoea y Mysis con la aplicación de los tratamientos durante el ciclo 1 de producción se observa en la **Figura 10**, donde en el estadio Zoea, el tratamiento con Promotor B refleja mayor supervivencia con 130.3%, al Grupo Control mostró 129.2% y Promotor A con 127.6%. En el estadio Mysis, el comportamiento vario ligeramente. EL promotor A muestra la mayor supervivencia 127.2 %, seguido por Promotor B 126.6 % y el Grupo Control 124.0 %.

**Figura 10**

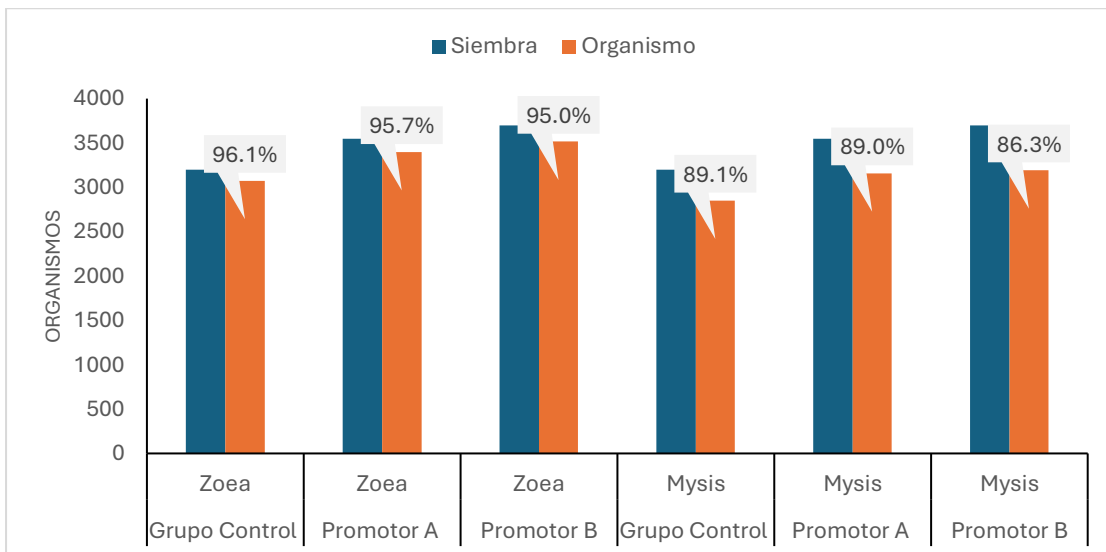
*Supervivencia de zoea y mysis durante el primer ciclo de producción*



Nota. Comparación de supervivencia en el estadio Zoea y Mysis durante el primer ciclo de producción de *Penaeus vannamei*, bajo tres tratamientos: grupo control, Promotor A y Promotor B.

Cómo se muestra en la **Figura 11** perteneciente al ciclo 2 de producción durante la fase de Zoea los porcentajes de supervivencia presentados son elevados, el grupo control se posiciona como el valor más alto con un 96.1%, mientras tanto el Promotor A con un 95.7% y Promotor B con un 95.0%. En el estadio Mysis, el grupo control se conserva con un 89.1%, mientras que Promotor A presento un valor idéntico con 89.0% en comparación con el Promotor B se muestra una disminución, registrando un 86.3%, evidenciando una alta supervivencia en Zoea y una presentando una reducción al pasar a Mysis.

**Figura 11**  
*Supervivencia de zoea y mysis durante el segundo ciclo de producción*

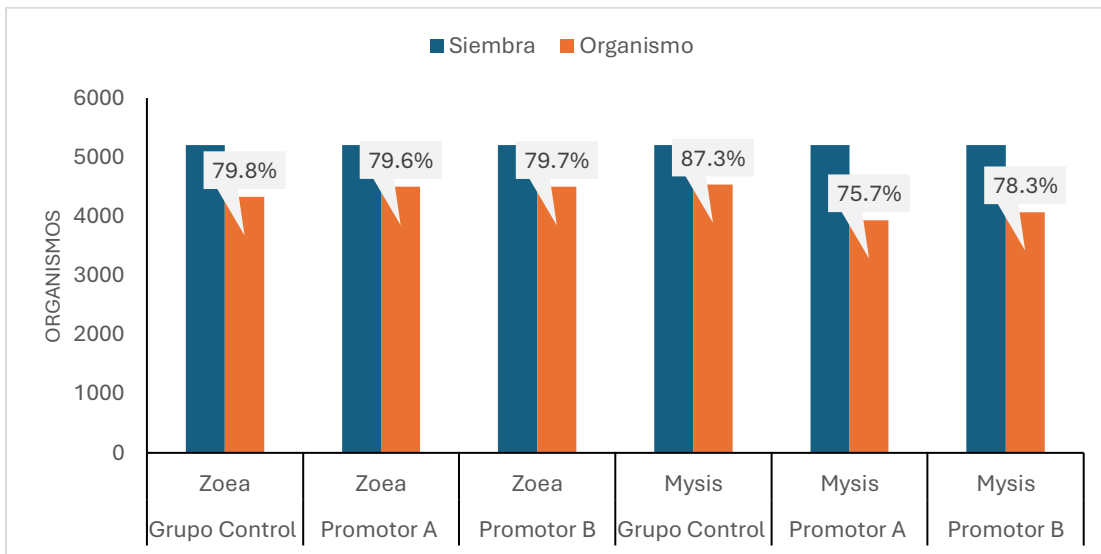


Nota. Comparación de supervivencia en el estadio Mysis durante el primer ciclo de producción de *Penaeus vannamei*, bajo tres tratamientos: grupo control, Promotor A y Promotor B.

En la **Figura 12** reflejan porcentajes de supervivencia del ciclo 3 durante la fase Zoea, se observa un comportamiento de supervivencia parecido con un valor de 79.8% en el Grupo Control, 79.6% en Promotor A y 79.7% en Promotor B. En el estadio Mysis revela variaciones notables en el Grupo Control presentó una elevada supervivencia con un 87.3% posterior al Promotor B con 78.3% y Promotor A con 75.7%.

**Figura 12**

*Supervivencia de zoea y mysis durante el tercer ciclo de producción*



Nota. Comparación de supervivencia en el estadio Mysis durante el tercer ciclo de producción de *Penaeus vannamei*, bajo tres tratamientos: grupo control, Promotor A y Promotor B.

### 8.3. Proceso de muda

Se observa el tiempo de transición de Z2 en el Ciclo 1 (**Figura 13A**), a las 10:00 AM todos los tratamientos incluidos el Grupo Control, comienzan con un 0% de muda. A las 7:00 PM, con el Promotor B (R1) liderando con 27.9%, seguido por Promotor A (R1) con 24.0%, y el Grupo Control con 20.8%. A las 10:00 PM, todos los tratamientos presentan un aumento notable, con Promotor B (R2) alcanzando el 95.8% de muda, el Promotor A (R1) con 90.2%, y el Grupo Control con 85.0%. A las 3:00 AM, todos los tratamientos muestran valores de muda cercanos al 100%, con Promotor B (R2) alcanzando el 99.2%, el Promotor A (R1) con 97.7%, y el Grupo Control con 98.4%.

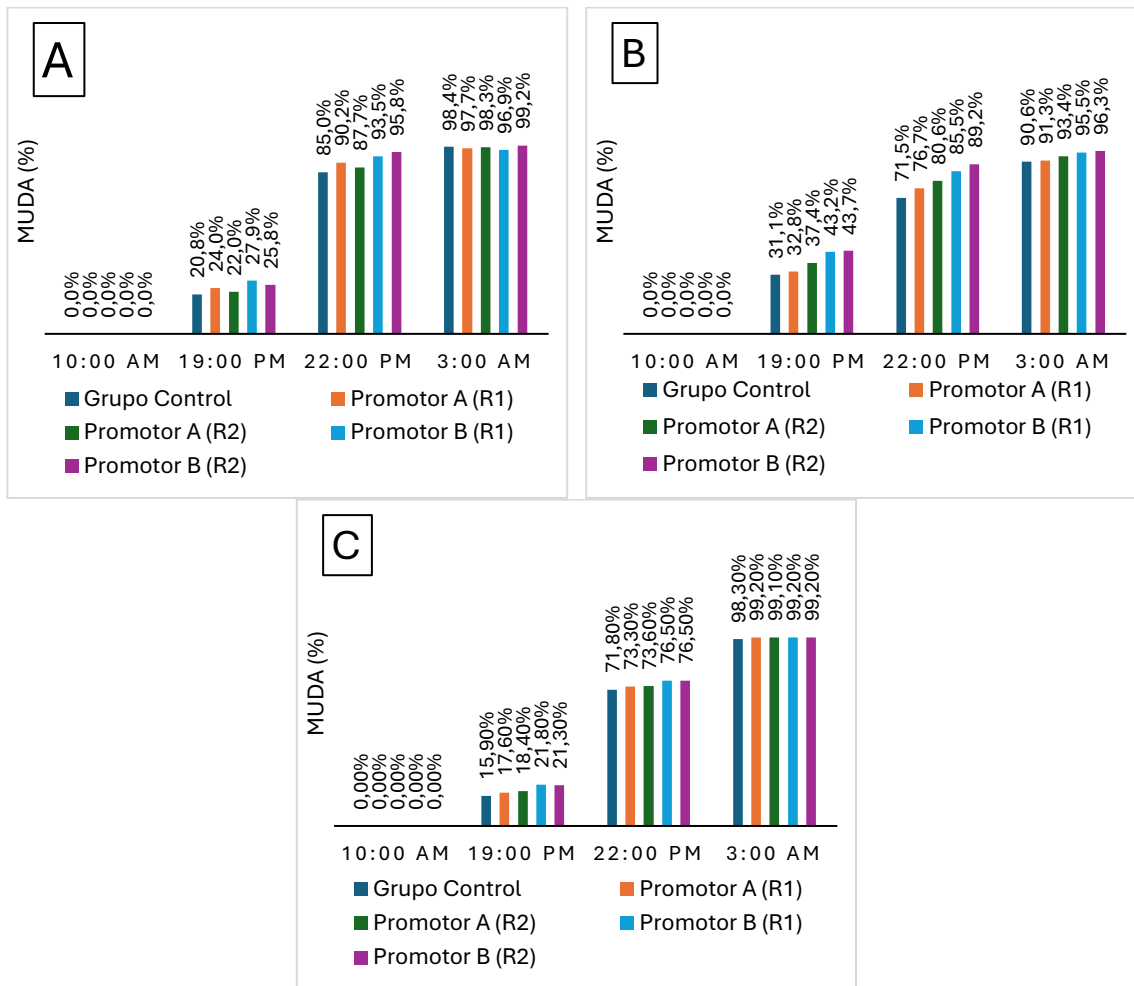
En el Ciclo 2 (**Figura 13B**), a las 7:00 PM, el Promotor B (R2) es el que presenta el mayor porcentaje de muda con 43.7%, seguido por el Promotor A (R2) con 37.4%, y el Grupo Control con 31.1%. A las 10:00 PM, el Promotor B (R2) sigue liderando con 89.2% y el Grupo Control se mantiene en 71.5%. A las 3:00 AM, el Promotor B (R1) y Promotor B (R2) alcanza el 95.5% y 96.3% respectivamente, y el Grupo Control en 90.6%.

En el Ciclo 3 (**Figura 13C**), A las 7:00 PM, el Promotor B (R1) muestra el porcentaje de muda más alto con 21.8%, seguido por el Promotor A (R1) con 17.6% y el Grupo Control mantiene un valor de 15.9%. A las 10:00 PM, el Promotor B (R2) encabeza con 76.5%, mientras que el Grupo Control sigue con un porcentaje inferior de 71.8%. A las 3:00 AM, todos los tratamientos

alcanzan un 99% de muda, con Promotor B (R1) y Promotor B (R2) alcanzando el 99.2%. El Grupo Control se mantiene en 98.3%.

**Figura 13**

*Porcentaje de muda en el estadio Z2 en tres ciclos de producción.*



Nota. Porcentaje de muda en larvas de *P. vannamei* en el estadio Z2 de los tratamientos y control, durante tres ciclos consecutivos: A) Ciclo 1; B) Ciclo 2; C) Ciclo 3.

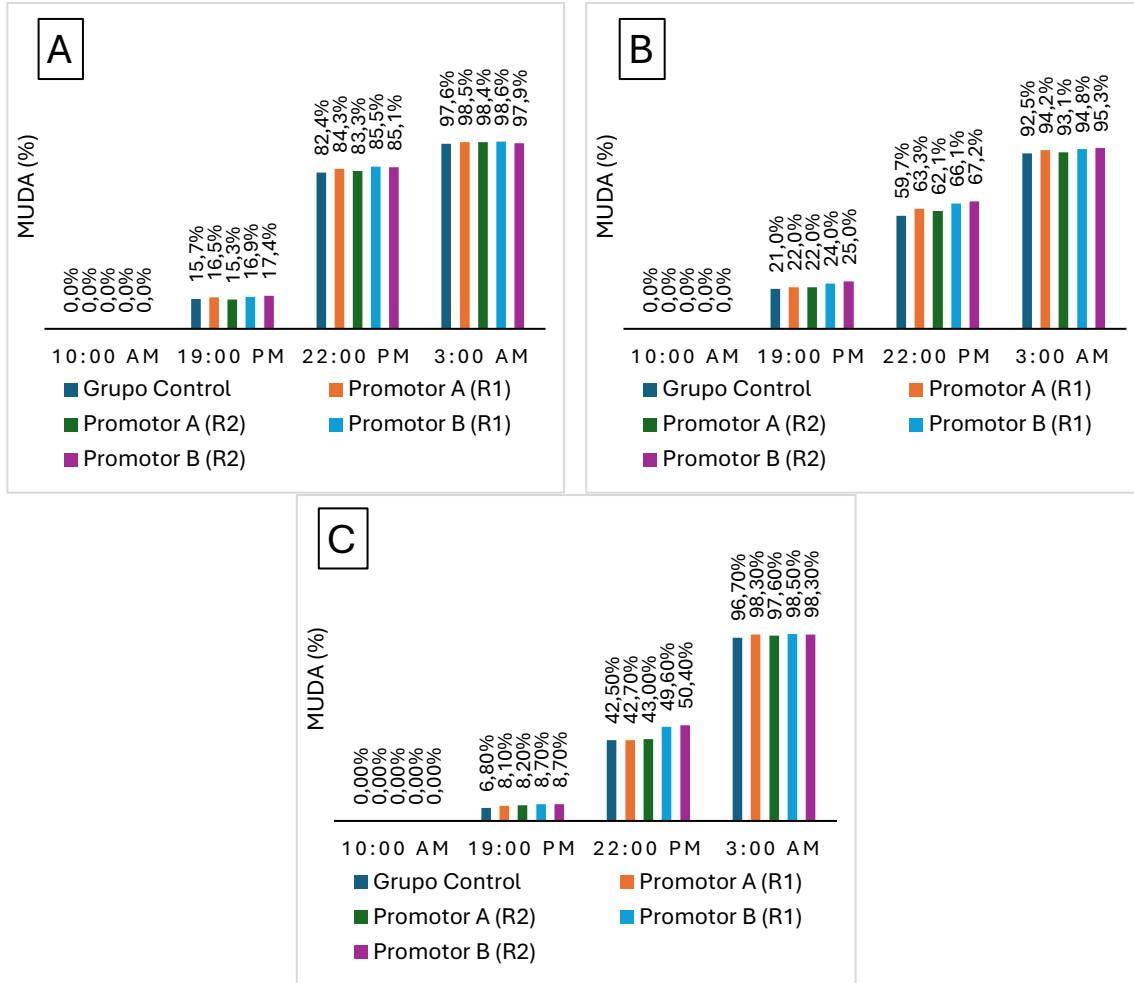
En el estadio Zoea 3, durante el Ciclo 1 (**Figura 14A**) a las 10:00 AM, se manifestó un 0% de muda, indicando que aún no se ha iniciado la transición de estadio. A las 7:00 PM se comienza a notar una transición hacia el estadio Z3, con el Grupo Control alcanzando el 15.7% de muda, mientras que los tratamientos con Promotor B (R2) alcanzan el 17.4%. A las 10:00 PM, los porcentajes aumentan, con el Promotor B (R1) y Promotor B (R2) alcanzando el 85.5% y 85.1%, respectivamente, mientras que el Grupo Control tiene un 82.4%. A las 3:00 AM, con el Promotor B (R1) alcanzan un 98.6%.

En el Ciclo 2 (**Figura 14B**), A las 7:00 PM, el Grupo Control muestra un incremento de 21.0%, mientras que los tratamientos con Promotor B (R2) alcanzan el 25.0%, seguido de cerca por Promotor B (R1) con 24.0%. A las 10:00 PM, el Promotor B (R2) mantiene un 67.2%, mientras que el Grupo Control llega al 59.7%. Al llegar a las 3:00 AM, el Promotor B (R2) alcanza el 95.3%, evidenciando un rendimiento destacado.

Finalmente, en el Ciclo 3 (**Figura 14C**), 7:00 PM, el Grupo Control alcanza solo el 6.8% de muda, mientras que el Promotor B (R2) muestra el mejor rendimiento con 8.7%. A las 10:00 PM, el Promotor B (R2) lidera nuevamente con 50.4%, seguido de Promotor B (R1) con 49.6%. A las 3:00 AM, el Promotor B (R1) alcanza el 98.5%, y el Grupo Control logrando 96.7%.

**Figura 14**

Porcentaje de muda en el estadio Z3 en tres ciclos de producción.



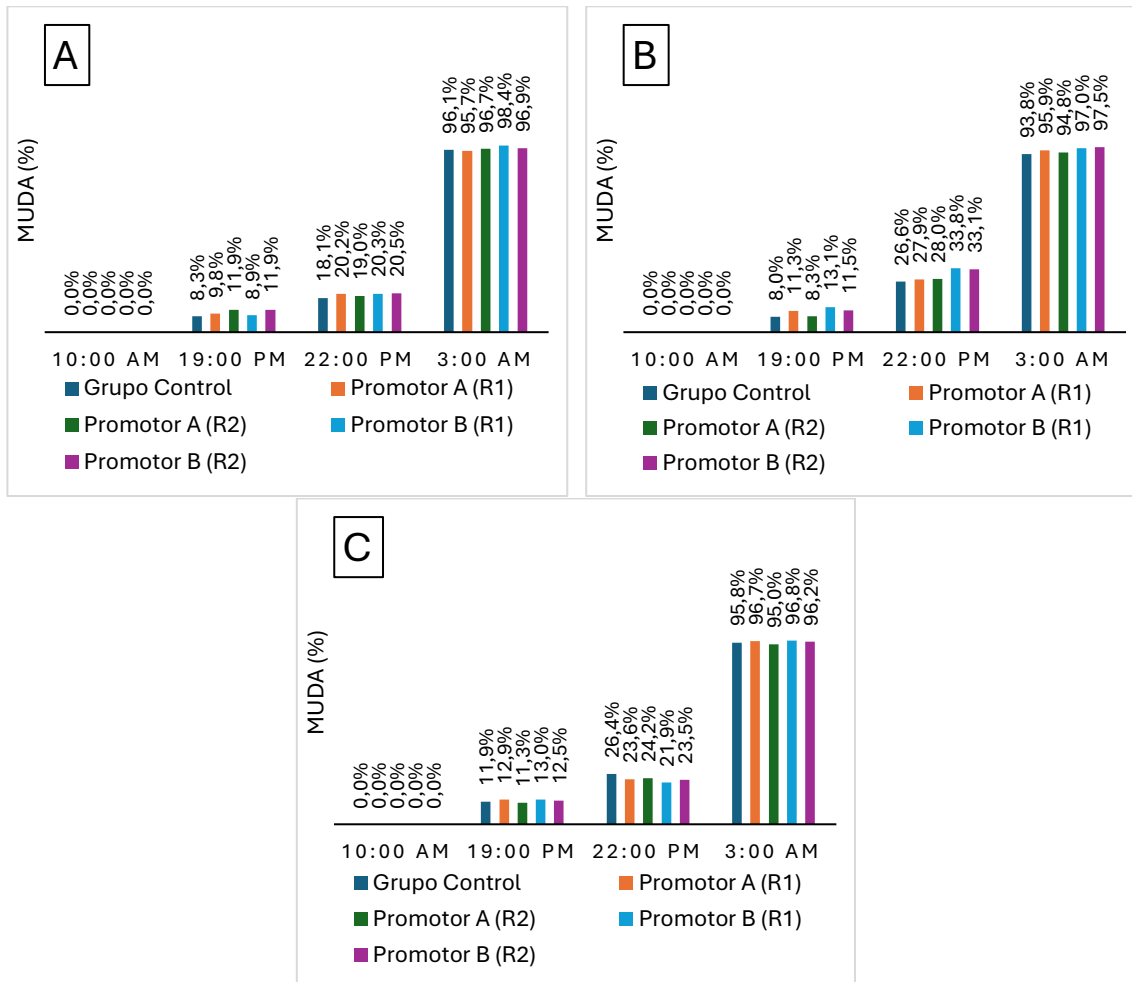
Nota. Porcentaje de muda en larvas de *P. vannamei* en el estadio Z3 de los tratamientos y control, durante tres ciclos consecutivos: A) Ciclo 1; B) Ciclo 2; C) Ciclo 3.

En el Ciclo 1 (**Figura 15A**) durante mysis 1, a las 10:00 AM, todos los tratamientos muestran un 0.0% de Mysis 1 (M1), A las 19:00 PM, los porcentajes de M1 aumentan ligeramente en los promotores A y B, alcanzando entre el 8% y el 12%. A las 22:00 PM, se observa en el grupo control un 18.1% de M1. A las 3:00 AM, todos los tratamientos alcanzan valores cercanos al 96%,

lo que indica un crecimiento robusto de *Mysis* 1, especialmente en los grupos tratados con los promotores B.

**Figura 15**

Porcentaje de muda en el estadio M1 en tres ciclos de producción.



**Nota:** Porcentaje de muda en larvas de *P. vannamei* en el estadio Mysis 1 de los tratamientos y control, durante tres ciclos consecutivos: A) Ciclo 1; B) Ciclo 2; C) Ciclo 3.

En el Ciclo 2 (**Figura 15B**), a las 19:00 PM, el Grupo Control muestra un aumento a 8.3% de M1. En comparación, el Promotor A (R1) alcanza un 9.8%, y el Promotor A (R2) un 11.9%. A

las 22:00 PM, los valores continúan aumentando, el Grupo Control alcanza un 26.6%, mientras que el Promotor B (R1) muestra 33.8% y Promotor B (R2) con 33.1%, respectivamente. A las 3:00 AM, el Promotor B (R1) lidera con un 97.0%, seguido por el Promotor A (R1) y el Grupo Control, que alcanzan 95.9% y 93.8%, respectivamente.

En el Ciclo 3 (**Figura 15C**), a las 19:00 PM, el Grupo Control alcanza un 11.9% de M1, mientras que el Promotor A (R1) un 12.9%. el Promotor B (R1) sigue liderando con 13.0%, y el Promotor B (R2) muestra un 12.5%. A las 22:00 PM, el Grupo Control mantiene un 26.4%, con el Promotor B (R1) alcanzan un 21.9%, y el Promotor B (R2) un 23.5%. Finalmente, a las 3:00 AM, los valores de M1 con el Promotor A (R1) alcanza un 96.7%, el Promotor B (R1) tiene un ligero aumento de 96.8%, mientras que el Promotor B (R2) muestra un 96.2%.

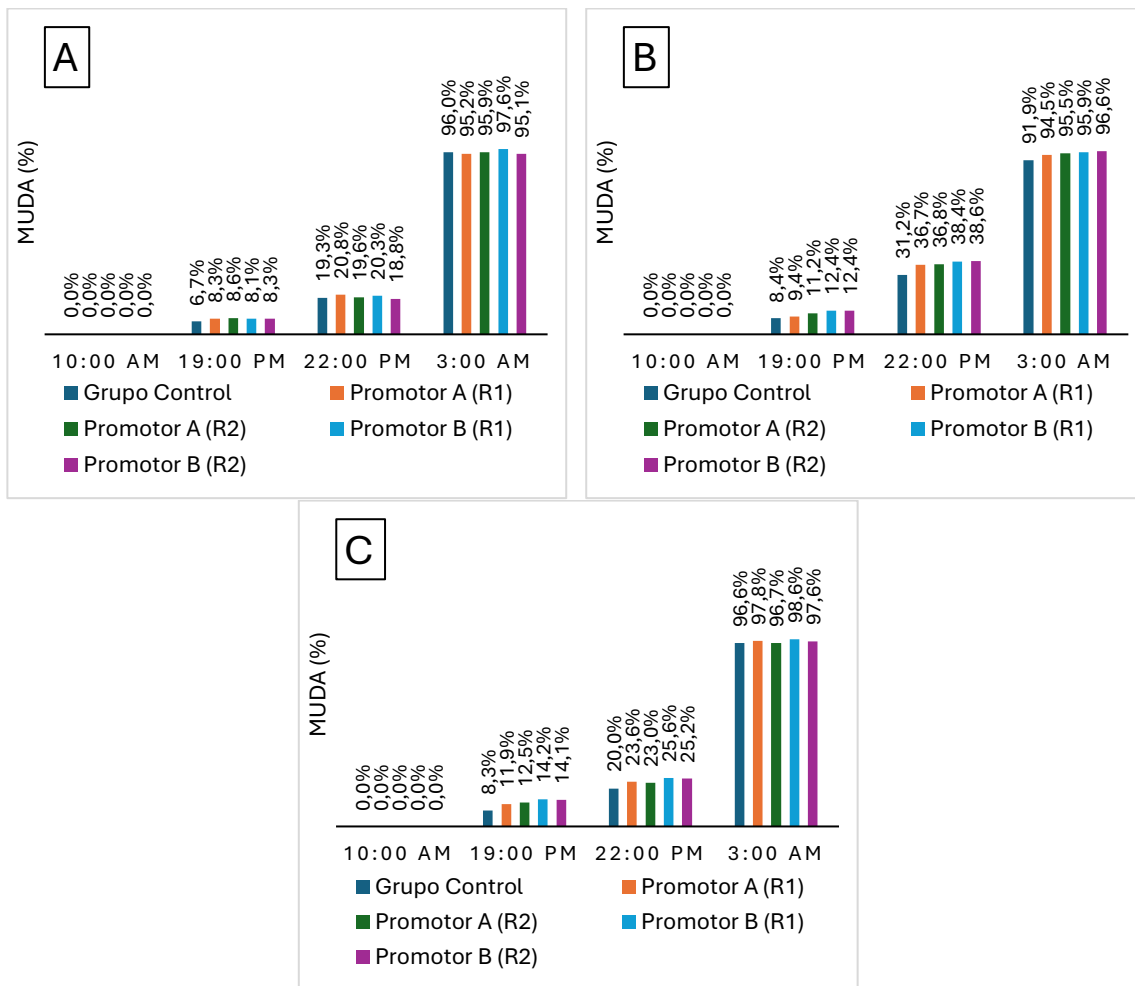
En el Ciclo 1 (**Figura 16A**), a las 10:00 AM, muestran un 0.0% de muda en el estadio M2. A las 19:00 PM, el Grupo Control muestra un incremento con un 6.7% de muda, el Promotor A (R2) alcanza 8.6%, mientras que el Promotor B (R2) un 8.3%. A las 22:00 PM, el Grupo Control alcanza un 19.3%, destacándose el Promotor B (R1) con 20.3%, seguido por el Promotor A (R1) con 20.8%. Finalmente, a las 3:00 AM, el Promotor B (R1) lidera con 97.6%, continuo del Promotor A (R1) con 95.2% y el Grupo Control con 96.0%.

En el Ciclo 2 (**Figura 16B**), a las 10:00 AM, los porcentajes de muda siguen siendo 0.0%. A las 19:00 PM. El Grupo Control alcanza un 8.4%, mientras que el Promotores A (R1) tiene 9.4% y Promotores A (R2) 11.2%, respectivamente. Los Promotores B (R1 y R2) muestran 12.4%. A las

22:00 PM, el Grupo Control muestra un 31.2% de muda, mientras que los Promotores A alcanzan 36.7% y 36.8%, respectivamente el Promotor B (R2) con 38.6%. A las 3:00 AM, El Grupo Control alcanza un 91.9%, mientras que el Promotor A (R1) un 94.5% y 95.5% en Promotor A (R2), y con 95.9% en Promotor B (R1) y 96.6% en Promotor B (R2).

**Figura 16**

*Porcentaje de muda en el estadio M2 en tres ciclos de producción.*

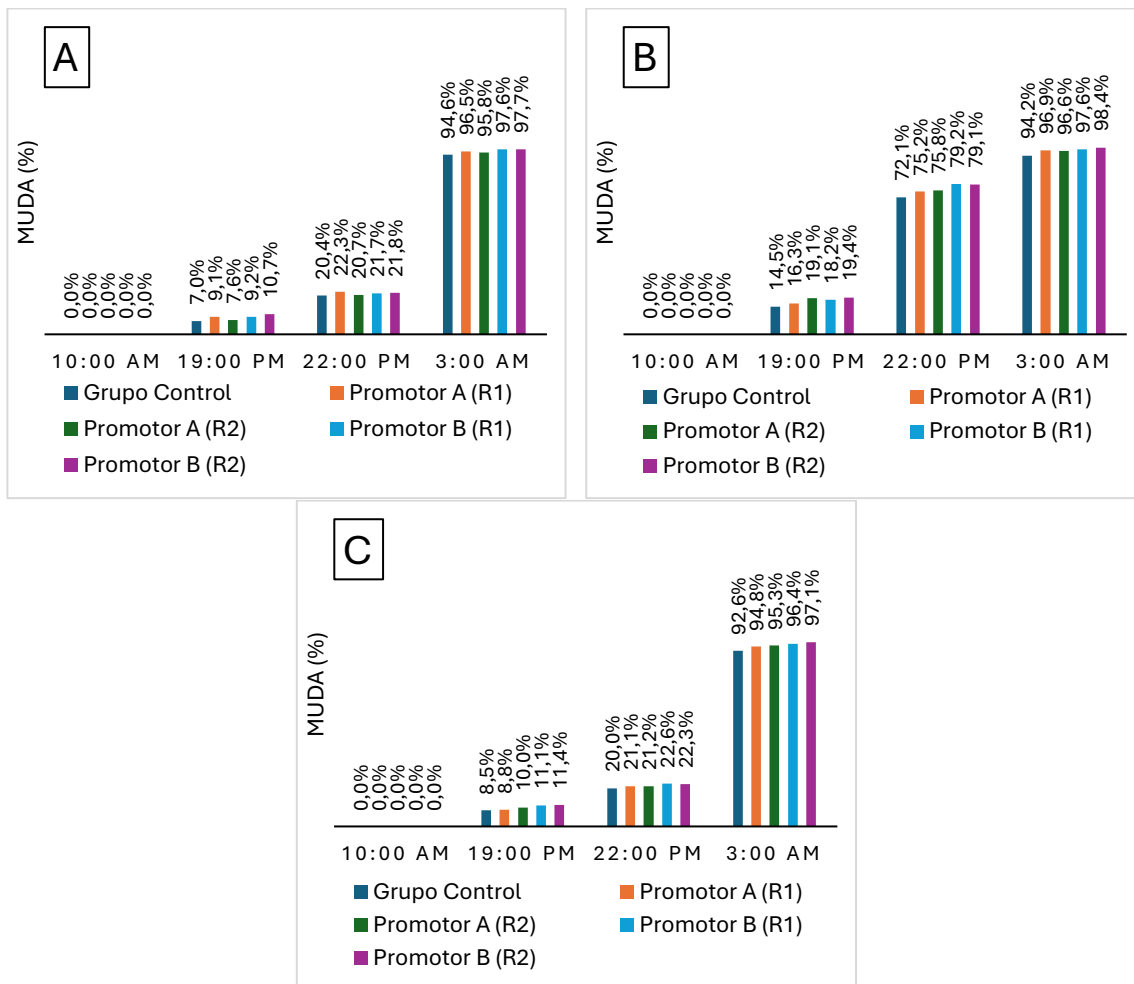


Nota. Porcentaje de muda en larvas de *P. vannamei* en el estadio Mysis 2 de los tratamientos y control, durante tres ciclos consecutivos: A) Ciclo 1; B) Ciclo 2; C) Ciclo 3.

En el Ciclo 3 (**Figura 16C**), a las 10:00 AM, todos los tratamientos siguen mostrando un 0.0% de muda. A las 19:00 PM, el Grupo Control muestra un 8.3% de muda, El Promotor A (R1) alcanza 11.9%, el Promotor B (R1) 14.2%. A las 22:00 PM, el Grupo Control alcanza 20.0% de muda, El Promotor B (R1) obtiene el 25.6%, seguido por el Promotor B (R2) con 25.2%. A las 3:00 AM, con el Promotor B (R1) alcanzando un 98.6%, el Promotor A (R1) un 97.8%, y el Grupo Control un 96.6%.

**Figura 17**

*Porcentaje de muda en el estadio M3 en tres ciclos de producción.*



Nota. Porcentaje de muda en larvas de *P. vannamei* en el estadio Mysis 3 de los tratamientos y control, durante tres ciclos consecutivos: A) Ciclo 1; B) Ciclo 2; C) Ciclo 3.

En el Ciclo 1 (**Figura 17A**), a las 10:00 AM se muestran un 0.0% de muda en M3 durante las 19:00 PM el Grupo Control alcanza un 7.0% de muda comparado con los tratamientos con Promotor A (R1) 9.1% y Promotor A (R2) presenta 7.6%, el Promotor B (R2) se manifiesta con un 10.7% mientras que durante las 22:00 PM, el Grupo Control alcanza un 20.4%. En comparación con el promotor A (R1) con 22.3%, el Promotor B (R1) con 21.7% durante las 3:00 AM, el Promotor B (R2) lidera con 97.7%, seguido de Promotor B (R1) con 97.6%.

En el Ciclo 2 (**Figura 17B**), A las 19:00 PM, El Grupo Control muestra un 8.4%, el Promotor A (R1) alcanza 9.4%, el Promotor B (R1) y el Promotor B (R2) con 12.4%. A las 22:00 PM, el Grupo Control alcanza un 31.2%, mientras que los Promotores A muestran 36.7% y 36.8%. Los Promotores B continúan siendo más eficaces, alcanzando 38.4% y 38.6%. A las 3:00 AM, el Promotor B (R2) alcanza un 96.6%, mientras que el Promotor B (R1) tiene 95.9%, y el Grupo Control llega a 91.9%, con el Promotor A (R1) alcanzando 94.5% y el Promotor A (R2) 95.5%.

En el Ciclo 3 (**Figura 17C**), a las 19:00 PM, el Promotor A (R1) alcanza 8.8%, el Promotor A (R2) 10.0%, el Promotor B (R1) 11.1%, y el Promotor B (R2) 11.4%. A las 22:00 PM, el Grupo Control consigue un 20.0%, El Promotor B (R1) alcanza 22.6%, y el Promotor B (R2) un 22.3%, mientras que el Promotor A (R1) muestra 21.1% y Promotor A (R2) con 21.2%. A las 3:00 AM, El Promotor B (R2) lidera con 97.1%, seguido por el Promotor B (R1) con 96.4%. El Promotor A (R1) alcanza 94.8%, y el Grupo Control muestra 92.6%.

## 9 Discusión

Durante los tres ciclos de producción, los resultados más destacados se observaron en los tratamientos con Promotor B. En el Ciclo 1, en Zoea 3, Promotor B (R2) alcanzó la mayor longitud de 2.8 mm, En el estadio Mysis 3, todos los tratamientos superaron los 3.7 mm, destacando Promotor A (R2) con 3.9 mm, estos tamaños son óptimos según Goytortúa (2023). Durante el Ciclo 2, el tratamiento con Promotor A (R1) mostró el mayor crecimiento, alcanzando 2.6 mm en Zoea 3 y 4.6 mm en Mysis 3. Este patrón ha sido registrado en el estudio realizado por Aragón, (2016), donde se destacó que el crecimiento de *Penaeus vannamei* es más rápido en las primeras etapas. En el Ciclo 3, el Promotor A (R2) y Promotor B (R1) alcanzaron 1.2 mm en Zoea 1, superando al control que alcanzó 0.8 mm, según (García y Hastin, 2014), los datos observados se mantienen dentro del rango. El Promotor B (R2) alcanzó 2.5 mm en Zoea 3, mientras que el control tan solo 1.9 mm. En los estadios Mysis, Promotor B (R2) registró la longitud más alta en Mysis 3 con 4.5 mm, seguido por Promotor A (R2) con 4.4 mm, por su parte, el control alcanzó 4.0 mm, Stanley y Silvio, también mostraron un crecimiento eficiente en los tratamientos en comparación con el control. Aunque los tratamientos mostraron ventajas en el crecimiento, la prueba de Tukey ( $p>0.05$ ) no reveló diferencias significativas.

Durante el primer ciclo de producción, las tasas de supervivencia en Zoea superaron el 127 % en todos los tratamientos, alcanzando un máximo de 130.3 % con el Promotor B. Estas altas tasas de supervivencia son consistentes con los resultados obtenidos por Urresta Albán (2017), quien reportó mejoras en la supervivencia de aproximadamente el 92 % al aplicar probióticos en *Penaeus vannamei*. En el caso de Mysis del ciclo 2, donde el control mantuvo 87.3 % frente a 75.7

% del Promotor A y 78.3 % del Promotor B, respectivamente, las variaciones en los resultados obtenidos podrían estar relacionadas con el efecto de la densidad de siembra, de acuerdo con Sorroza (2019), cuando las densidades de siembra son bajas o las condiciones de producción presentan una menor densidad, se observa un aumento en el crecimiento, la supervivencia y la biomasa. En contraste, cuando las densidades son más altas, se puede generar un efecto negativo debido al estrés potencial que estas condiciones pueden inducir.

Por otra parte, entre los diferentes muestreos de horario, por medio de la prueba Tukey ( $p > 0.05$ ) no se detectaron diferencias significativas en los porcentajes de muda la aceleración de muda durante los tres ciclos de producción, en el muestreo de las 10:00 AM todos los tratamientos registraron 0% de muda, esto concuerda con el proceso de crecimiento, dado que ese periodo no coincide con el pico de muda en *Penaeus vannamei* (Molina et al., 2000). Durante las 19:00 PM, comenzaron a detectar los primeros registros de muda con valores porcentuales de 13.0 % en Promotor B (R1) del Ciclo 3. A las 22:00 PM, se observó un aumento durante el Ciclo 1, Promotor B (R2) obtuvo 95,8 % mientras que el Control llegó a 85.0 % en el ciclo 2 frente al 71.5 % del Control, en el Ciclo 3, Promotor B R2 registró 76.5 %, por encima del control con 71.8%, coincide con la ventana de menor susceptibilidad descrita por Echeverría et al. (2002). Finalmente, siguiendo el patrón observado en Andrade y Lizardo, (2021), menciona que la fase de luna llena hay mayor frecuencia de muda. Al muestrear durante las 3:00 AM, todos los tratamientos alcanzaron casi la totalidad de la muda, con porcentajes comprendidos entre 96.6 % en el Control, Ciclo 2 (M3) frente al 99.2 % del Promotor B (R2), en el Ciclo 1 (Z2).

## 10 Conclusiones

Los promotores de muda, especialmente el Promotor B, demostraron efectos en el crecimiento de *Penaeus vannamei*, mejorando el tamaño y acelerando el desarrollo de las larvas. En los tres ciclos de producción, Promotor B (R2) alcanzó las mayores longitudes en Zoea 3 y Mysis 3, superando al control, y aunque las diferencias estadísticas no fueron significativas, se concluyendo que los promotores de muda estimulan el desarrollo en las primeras etapas.

En la tasa de supervivencia, se observó que el Promotor B favoreció la supervivencia de las larvas de *Penaeus vannamei* en la fase Zoea, alcanzando un máximo de 130.3 %. Sin embargo, también disminuyó, en el ciclo 2, en las etapas de Mysis, lo cual estaría relacionado con factores como la densidad de siembra, que influye en el estrés y crecimiento de las larvas. Los promotores pueden ser de gran ayuda para la eficiencia en la producción de camarón,

Se concluye que, aunque el Promotor B mostró una mejora más evidente en la sincronización de muda, estadísticamente su efectividad no difiere de forma significativa ( $p > 0.05$ ), de las demás condiciones experimentales bajo las mismas circunstancias, entre los horarios de muestreos de los 3 ciclos de producción. Indicando que, el uso de los promotores de muda no altera de manera contundente los procesos de muda.

## 11 Recomendaciones

Se recomienda utilizar microscopio digital para futuras investigaciones donde permita obtener los datos del tamaño de las larvas de *Penaeus vannamei*, La implementación herramientas tecnológica puede mejorar la precisión en las mediciones. Es crucial la implementación de promotores de muda como parte del protocolo bajo condiciones de laboratorio.

Darle un seguimiento, a los promotores de muda en etapas posteriores, como en postlarvas, para evaluar su eficacia durante todo el desarrollo en que se encuentran los organismos y realizar un análisis comparativo de las tasas de supervivencia por cosecha. Esta evaluación ayudará a determinar si los promotores siguen siendo efectivos a medida que las larvas se desarrollan.

Se sugiere continuar con la aplicación de los promotores de muda a las etapas posteriores de desarrollo, incluido el estadio de postlarva, posteriormente optimizar el protocolo de dosificación ajustando concentraciones y horarios de acuerdo con los ritmos de muda, con el fin de espaciar su eficacia y reducir la variabilidad en los procesos de muda.

## 12 Bibliografía

- Abiayad, s., Melard, C., & Kestemont, P. (1997). *Effects of n-3 fatty acids in Eurasian perch broodstock diet on egg fatty acid composition and larvae stress resistance.*
- Acosta Espinosa, R. (2016). *ANÁLISIS DEL SECTOR DE LARVICULTURA DEL CAMARÓN BLANCO *Penaeus vannamei* sp. EN EL ECUADOR; ÉNFASIS EN EL MERCADO DE INSUMOS Y COMPORTAMIENTOS DEL SECTOR.* Caso de estudio, ESPOL, Guayaquil. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/54170>
- Akiyama, D., Dominy, W., & Lawrence, A. (1992). Penaeid shrimp nutrition. In: Arlo W. Fast and I. James Lester (eds) *Marine Shrimp Culture: Principles and Practices.* Elsevier Science Publishers.
- Andrade, J., & Lizardo, M. (2021). *Influencia de ciclos lunares de siembra en camarón blanco (*Penaeus vannamei*) con respecto a los parámetros productivos.* Proyecto Especial de Graduación, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Obtenido de <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/8677170>
- Aragón Noriega, E. (2016). Crecimiento individual de camarón blanco *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) y camarón azul *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1874) (Decapoda: Penaeidae) con un enfoque multi-modelo. doi:10.3856/vol44-issue3-fulltext-6
- Azuero, E., Garzón Montealegre, V., Quezada Campoverde, J., & Barrezueta Unda, S. (2021). *Análisis del comportamiento económico de la exportación en el sector camaronero en el Ecuador, periodo 2015- 2019.* Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas.

Bautista , J., & Frías Espiricueta , M. (2013). *La vestimenta del camarón. Ciencia y Desarrollo.*

Obtenido de Ciencia y Desarrollo:

<https://www.cyd.conacyt.gob.mx/archivo/263/articulos/vestimenta-camaron.html>.

Bermudes-Lizárraga, J., Soto, M., Medina-Jasso, M., Román-Reyes, J., Flores-Campaña, L.,

Ortega-Salas, A., & Piña-Valdez, P. (2017). *Efecto de la temperatura y salinidad en el crecimiento larval de Penaeus vannamei*. Revista de biología marina y oceanografía.

Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/revbiolmar/v52n3/art16.pdf>

Böhni, R., Riesgo, J., Oldham, S., Brogiolo, W., Stocker, H., & Andruss, B. (1999). Autonomous

Control of Cell and Organ Size by CHICO, a Drosophila Homolog of Vertebrate.

Boyd, C., Treece, G., Engle, C., Valderrama, D., Lightner, D., Pantoja, C., . . . Garrido, L. (2001).

*Metodos para mejorar la camaronicultura en Centroamerica*. United States: Imprenta UCA.

*Cámara Nacional de Acuacultura* . (2024). Obtenido de Camarón – Reporte de Exportaciones

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

Carrillo, O., Vega, F., Nolasco, H., & Nilda, G. (2019). Aditivos alimentarios como estimuladores

del crecimiento de camarón. Obtenido de

<https://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/280>

Carvajal, J., & Bolaños Núñez, M. (2015). *Efecto de dos tipos de dietas: comercial y experimental*

*sobre el crecimiento de camarones penaeus vannamei en etapa de postlarvas*. Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Nicaragua. Obtenido de

<https://repositorio.cnu.edu.ni/Record/RepoUNANL3107>

- Chang, E. (1991). *Crustacean molting hormones: cellular effects, role in reproduction and regulation by molt-inhibiting hormone*. . In: Developments in Aquaculture and Fish.
- Chica , D. (2019). *Comparación del crecimiento y supervivencia en etapa de engorde de Penaeus vannamei con tres frecuencias de alimentación*. tesis de grado, Universidad Nacional De Tumbes. Obtenido de <https://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/20.500.12874/282>
- Civera, R., Goytortúa, E., Nolasco, H., Vega , F., Balart, E., Amador, E., . . . Lucero, J. (1998). Uso de la Langostilla Roja Pleuroncodes planipes en la nutrición de organismos acuáticos. *IV International Simposium of Aquatic Nutrition*, 1-16.
- Conlon, I., & Raff, M. (1999). Size control in animal development.
- Dall, W. (1990). The Biology of the Penaidae. in Blaxter, J. and Southward. San Diego.
- Datasur. (2022). *Ecuador superó los USD 5.000 millones en exportación de camarón en 2021*. Obtenido de <https://www.datasur.com/ecuador-supero-los-usd-5-000-millones-en-exportacion-de-camaron-en-2021/>
- Deshimaru, O., & Kuroki, K. (1974). Studies on purified diets for prawns: II. Optimum contents of cholesterol and glucosamine in the diet. 421-424.
- FAO. (2022). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022*. Obtenido de [https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/ae439370-d5a7-4552-9968-46ab8dd13b58/content/sofia/2022/aquaculture-production.html#ref-note-1\\_11](https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/ae439370-d5a7-4552-9968-46ab8dd13b58/content/sofia/2022/aquaculture-production.html#ref-note-1_11)
- Gallardo, E. B. (2014). *SUPERVIVENCIA DE POSTLARVAS DE CAMARÓN (Penaeus vannamei) SOMETIDAS A LA PRUEBA DE ESTRÉS OSMÓTICO Y SU RELACIÓN CON EL*

*ESTADO DE MUDA*. Trabajo de Grado . doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572015000300010>

García Saravia., W. B., & Hastin Mejía, H. (2014). Comparación del Crecimiento de post-larvas de Camarón blanco *Penaeus vannamei* sometidos a dos tipos de alimentación: una experimental y otra comercial. Obtenido de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/5399/1/225672.pdf#:~:text=En%20este%20trabajo%20comparamos%20el%20Crecimiento%20de%20post-larvas,metro%20cuadrado%20durando%20un%20periodo%20de%2035%20d%C3%ADAs>.

García, S. J. (2018). *Variables fisicoquímicas ambientales que inciden en el cultivo de camarón Litopenaeus vannamei*. Revista Mexicana de Agroecosistemas.

Garnica Delgado, F. (2016). *Rediseño del Sistema Térmico Para la Producción de Nauplios de Camarón*. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/97065/D-CD88353.pdf>

González, P. (17 de Junio de 2024). El camarón ecuatoriano alcanzó un volumen récord de exportaciones en abril de 2024. Obtenido de <https://www.primicias.ec/noticias/economia/camaron-exportaciones-ecuador-china/>

Gore, H. (1965). Molting and growth in decapod larvae.

Goytortúa, E., Andrade, K., Cadena, M., & Civera, R. (2023). *Manual para la identificación de estadios larvales del camarón blanco del pacífico Penaeus vannamei*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., México.

- Graciano León, F., Vázquez Mori, J., & Reyes Avalos, W. (2022). La dureza total del agua afecta la muda, calcificación, crecimiento y supervivencia de *Cryphiops caementarius* (Palaemonidae). 88-96. doi:<https://doi.org/10.15446/abc.v27n1.89933>
- Harper, A., Benevenga, N., & Wholheuter, R. (1970). Effect of ingestion of disproportionate amounts of aminoacids. *Physiol*, 428-558.
- Hernández, J. (2016). *Caracterización de la calidad de agua en un sistema intensivo de cultivo de camarón blanco Penaeus vannamei, en condiciones de alta salinidad con recambio de agua limitado*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Obtenido de <http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/505>
- Holguín, C. E. (2020). *Evaluación de parámetros físico-químicos de aguas de pozo para cultivo intensivo de camarón blanco del Pacífico Penaeus vannamei con baja tasa de recambio*. tesis, Escuela Superior Politécnica del Litoral. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51448>
- Huberman, A. (1990). Hormonal control of molting in crustaceans.
- Inducom, E. (23 de Julio de 2024). *Importancia de la industria camaronera en Ecuador*. Obtenido de <https://inducom-ec.com/importancia-de-la-industria-camaronera-en-ecuador/>
- Kitabayashi, K., Kurata, H., Shudo, K., Nakamura, K., & Ishikawa, S. (1971). Studies on formula feed for kuruma prawn: I. On the relationship among glucosamine, phosphorus and calcium.

- Kubitza, F. (2017). *El parámetro de calidad del agua a menudo ignorado: pH*. Global Aquaculture Advocate. Obtenido de <https://www.globalseafood.org/advocate/el-parametro-de-calidad-del-agua-a-menudo-ignorado-ph/>
- Le Moullac, G., Le Groumellec, M., Ansquer, D., Froissard, S., Levy, P., & Aquacop. (1997). *Haematological and phenoloxidase activity changes in the shrimp *Penaeus stylirostris* in relation with the moult cycle: protection against vibriosis*. Fish and Shellfish Immunology. doi:<https://doi.org/10.1006/fsim.1996.0077>
- Lee, P., & Meyers, S. (1997). Chemoattraction and feeding stimulation. (C. N. VI, Ed.) 308-314.
- Limsuwan, C., & Ching, C. (02 de Septiembre de 2013). *La evaluación de postlarvas es clave para controlar enfermedades del camarón*. Obtenido de Global Aquaculture Advocate: <https://www.globalseafood.org/advocate/postlarvae-evaluation-key-to-controlling-shrimp-diseases/>
- Marínez-Córdova, L. R., Villareal-Colmenares, H., & Porchas-Cornejo, M. A. (1998). *Response of biota to aeration rate in low water exchange ponds farming white shrimp, *Penaeus vannamei* Boone*. doi:<https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.1998.00246.x>
- Molina, C. (2001). *Importancia del ciclo de muda y del horario de alimentación en el cultivo del *Penaeus vannamei**. Panorama Acuícola.
- Molina, C., Cadena, E., & Orellana, f. (Noviembre de 2000). Alimentación de camarones en relación a la actividad enzimática Como una respuesta natural al ritmo circadiano y ciclo de muda. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/8784>

- Moraga. (2015). *Salinidad y temperatura óptimas para reproducción ovípara y desarrollo de Artemia franciscana*. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292015000100009>
- Muñoz, M. (2018). *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, La Libertad . Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8857>
- Parrales , D., & Pillasagua, C. (2010). *Efectos de las condiciones medio ambientales, en el transporte y aclimatación de postlarvas de camarón penaeus vannamei en la zona de punta blanca. Trabajo de grado (Biologo pesquero)*. Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabi.
- Pérez Farfante, I., & Kensley, B. (1997). *penaeoid and sergestoid shrimps and prawns of the world. Keys and diagnoses for the families and genera*. Paris: Muséum National d'Histoire Naturelle.
- Reyes, V. (2019). *Análisis del sector camaronero y su participación en el crecimiento económico del Ecuador, periodo 2013-2017*. Universidad de Guayaquil.
- Reyes, W., Mogollón, A., Fuentes, A., & Medina, M. (2013). *Ciclo de muda de larvas de Cryphiops caementarius (Crustacea, Palaemonidae)*. AquaTIC. doi:<http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=p&c=265>
- Rivera, L. (2001). *Identificación de neuropéptidos estimulantes de la muda del camarón Penaeus vannamei*. Obtenido de <https://www.cenaim.espol.edu.ec/sites/cenaim.espol.edu.ec/files/lrivera.pdf>
- Rodríguez Rosales, R. S. (2014). *Análisis y mejoramiento del sistema de producción en el Laboratorio Lepabi mediante la aplicación de técnicas de TPM*. Tesis de grado,

Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de  
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/4133>

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

Sambhu, C., & Jayaprakas, V. (s.f.). Effect of hormones on growth, food conversion and proximate composition of the white prawn *Penaeus indicus* Indian.

Saúl. (2019). *Alcalinidad y su importancia en la producción de camarón*. Obtenido de  
<https://molinoschampion.com/alcalinidad/>

Shiau, S. (1998). Nutrient requirements of penaeid shrimps. *Aquaculture*, 77-93.

Soriano, R. R. (2017). *Efecto de la harina de espirulina Arthrospira platensis como complemento alimenticio sobre el crecimiento y supervivencia de la zoea y mysis de Penaeus vannamei*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Tumbes.

Sorroza, L. S. (Noviembre de 2019). Evaluación de la densidad de siembra sobre el crecimiento y supervivencia de post-larvas en raceway. doi:10.48190/cumbres.v5n1a8.

Stanley Rodrigo, C. P., & Silvio Javier, L. H. (s.f.). Comparación del crecimiento de post-larvas de camarón blanco del Pacífico *Penaeus vannamei*, sometidas a dos condiciones experimentales: una alimentada con alimento comercial más biofloc y la otra sin biofloc. Obtenido de  
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3183/1/225664.pdf>

- Treece, G., & Yates , M. (1993). *Manual de laboratorio para el cultivo de larvas de camarón Peneido*. Manuals & Handbooks. Obtenido de [https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/12407/noaa\\_12407\\_DS1.pdf](https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/12407/noaa_12407_DS1.pdf)
- Ulloa, T. R. (2015). *El efecto de dos porcentajes de recirculación de agua en el cultivo de camarón (Penaeus vannamei)*. tesis, Machala. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/2009>
- Urresta Albán, P. X. (2017). *Evaluación de 2 probióticos comerciales como controladores de patógenos en tanques de larvas de camarón blanco Penaeus vannamei*. Tesis, Universidad Católica de Guayaquil, Guayaquil.
- Valarezo Villacrés, G. O. (2016). *Incidencia de las dietas alimenticias en el crecimiento de larvas de camarón (Penaeus vannamei)*. Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11953/1/Defensa%20Examen%20Complejivo%20Galo%20Valarezo.pdf>

## 13 Anexos

### Anexo 1

*siembra de nauplios*



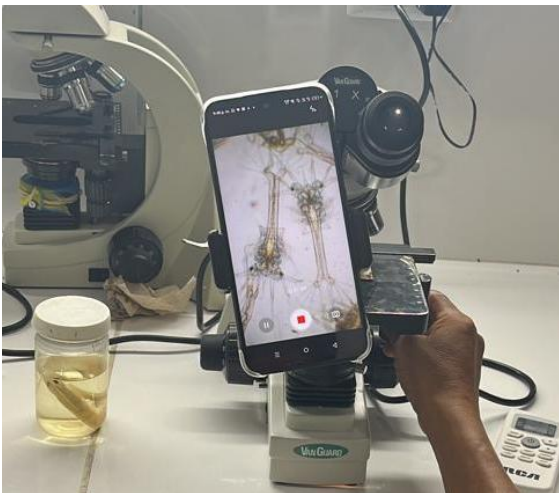
### Anexo 2

*Toma de parametros fisicos-químicos*



### Anexo 3

*Observacion de muestra directa de Penaeus vannamei*



### Anexo 4

*Conteo volumétrico en los tanques de producción*



### Anexo 5

*Análisis de balance iónico*



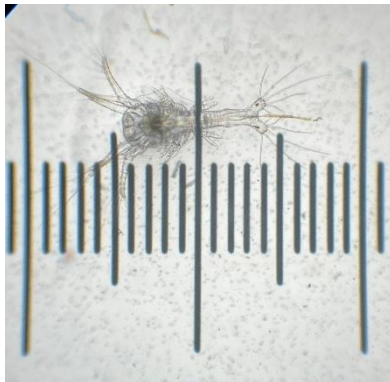
### Anexo 6

*Toma de muestra en estadio Zoea*



### Anexo 7

*Medición lineal en Z1*



### Anexo 8

*Medición lineal en M1*



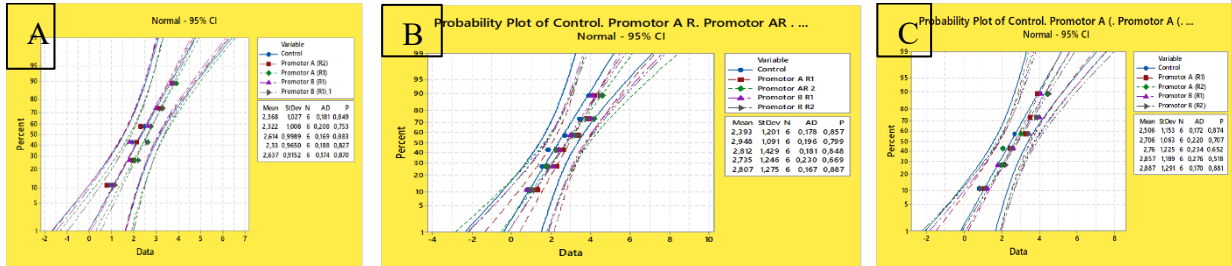
### Anexo 9

*Observación directa de Nauplio 5 pasando con éxito a Zoea 1*



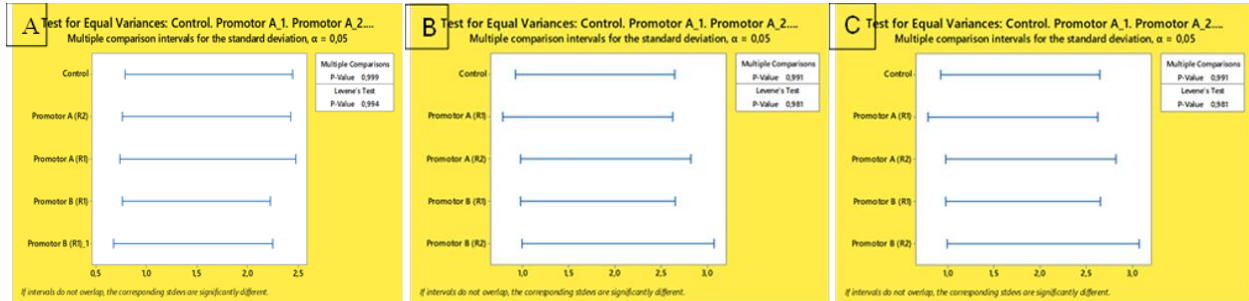
## Anexo 10

Prueba de Normalidad usando Shapiro-Wilk aplicado a los datos de crecimiento en los estadios de Zoea y Mysis del ciclo 1, ciclo 2 y ciclo 3.



## Anexo 11

Prueba de igualdad de varianzas, homocedasticidad de Levene, a los valores de crecimiento de Zoea y Mysis del ciclo 1, ciclo 2 y ciclo 3.



### Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
Promotor B (R1)_1	6	2,637	A
Promotor A (R1)	6	2,614	A
Control	6	2,368	A
Promotor B (R1)	6	2,330	A
Promotor A (R2)	6	2,322	A

Means that do not share a letter are significantly different.

### Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
Promotor B (R2)	6	2,887	A
Promotor B (R1)	6	2,857	A
Promotor A (R2)	6	2,760	A
Promotor A (R1)	6	2,706	A
Control	6	2,506	A

Means that do not share a letter are significantly different.

### Tukey Pairwise Comparisons

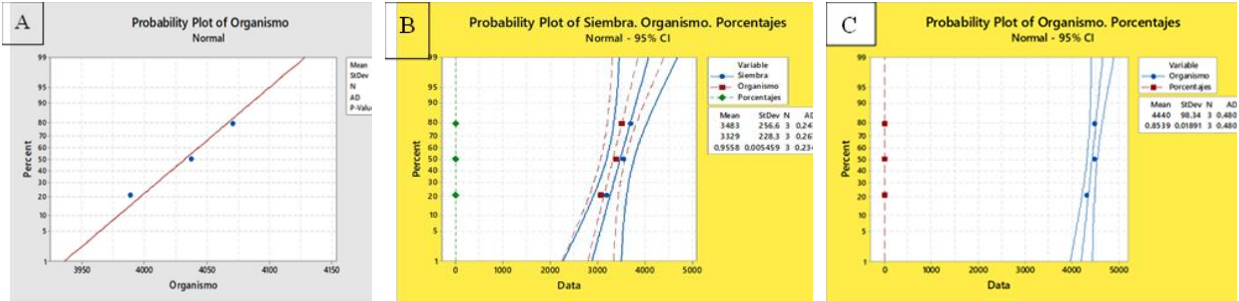
Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
Promotor A R1	6	2,948	A
Promotor AR 2	6	2,812	A
Promotor B R2	6	2,807	A
Promotor B R1	6	2,735	A
Control	6	2,393	A

Means that do not share a letter are significantly different.

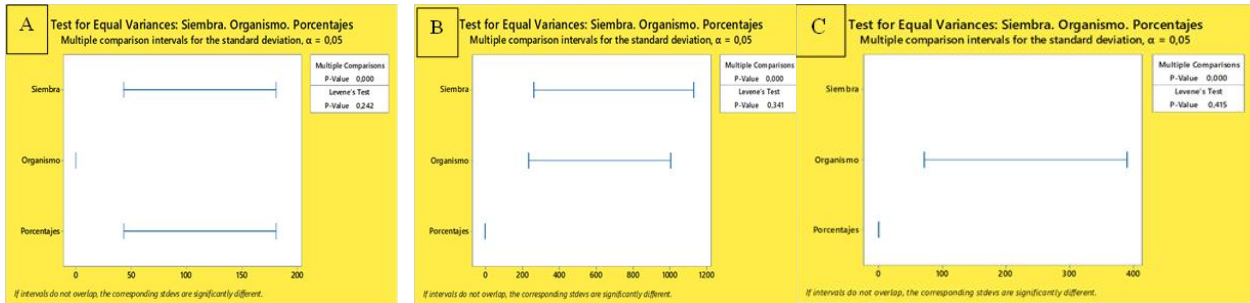
## Anexo 12

*Prueba de Normalidad de supervivencia en el estadio Zoa de los tres Ciclos.*



## Anexo 13

*Prueba de Levene de homocedasticidad en Supervivencia en el estadio Zoa de los tres ciclos*



Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
Organismo	3	4032,3	A
Siembra	3	3125	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
Siembra	3	3483	A
Organismo	3	3329	A

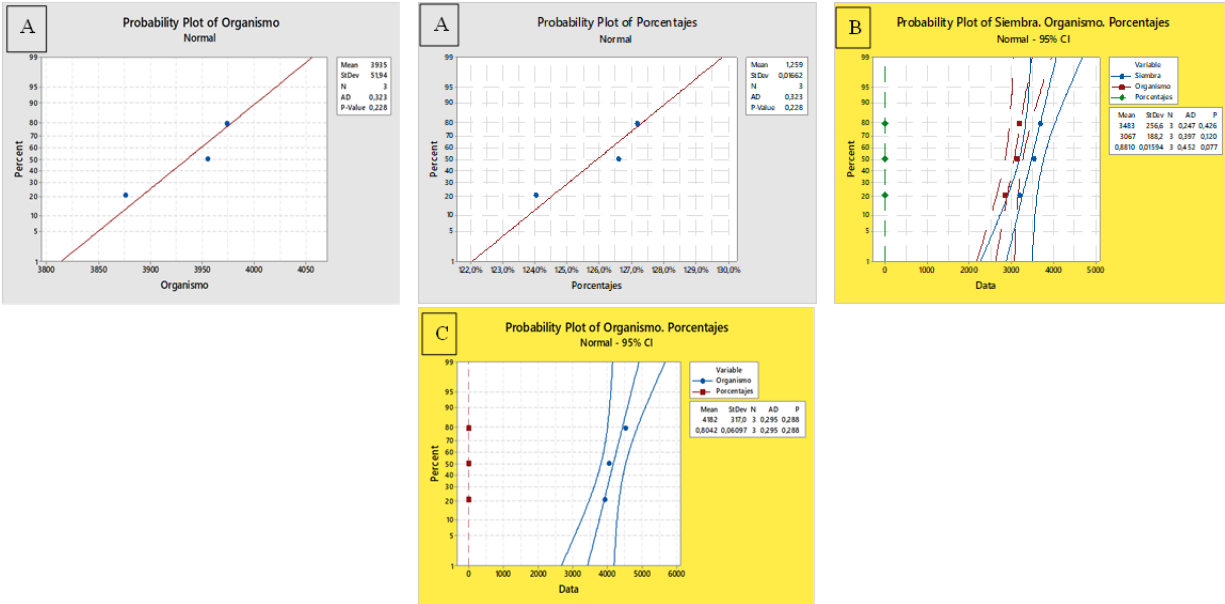
Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
Siembra	3	5200	A
Organismo	3	4440,2	B
Porcentajes	3	0,8539	C

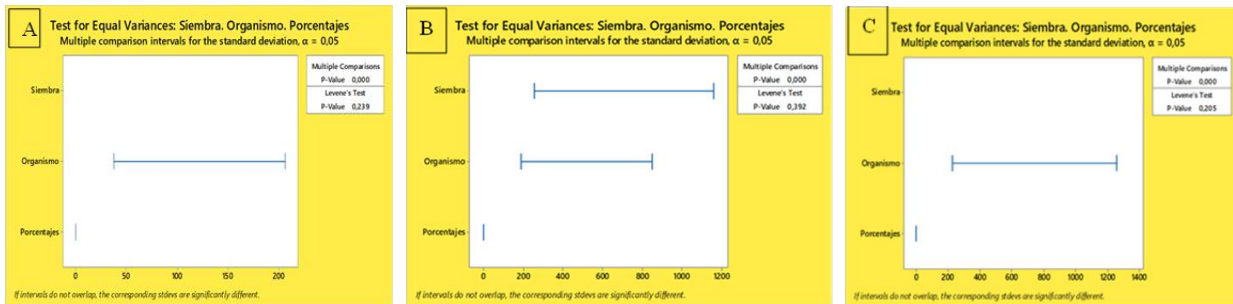
## Anexo 14

### Prueba de Normalidad en Supervivencia en el estadio Mysis de los tres ciclos



## Anexo 15

### Prueba de Levene de homocedasticidad en Supervivencia en el estadio Mysis de los tres ciclos



#### Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
Organismo	3	3935,4	A
Siembra	3	3125	B

Means that do not share a letter are significantly different.

#### Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95%

Factor	N	Mean	Grouping
Siembra	3	3483	A
Organismo	3	3067	A

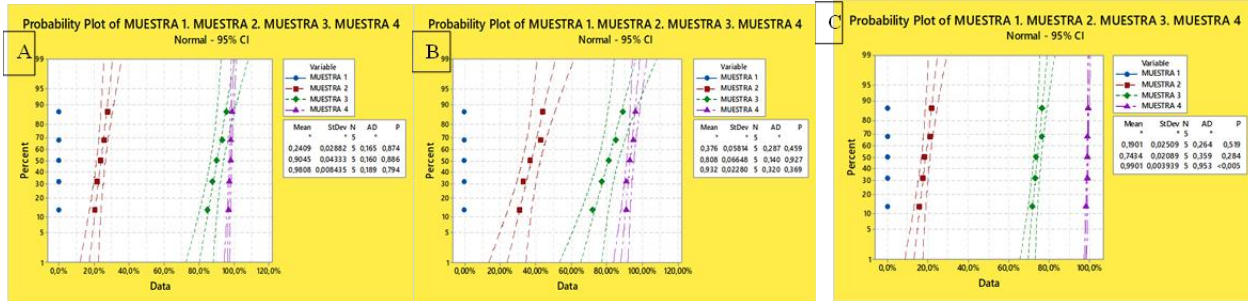
#### Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95%

Factor	N	Mean	Grouping
Siembra	3	5200	A
Organismo	3	4182	B
Porcentajes	3	0,8042	C

## Anexo 16

### Prueba de Normalidad el estadio Z2



## Anexo 17

### Prueba de Levene de homocedasticidad en Z2



#### Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
MUESTRAS 4	5	0,98079	A
MUESTRAS 3	5	0,9045	B
MUESTRAS 2	5	0,2409	C
MUESTRAS 1	5	0,000000	D

#### Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
MUESTRAS 4	5	0,9320	A
MUESTRAS 3	5	0,8080	B
MUESTRAS 2	5	0,3760	C
MUESTRAS 1	5	0,000000	D

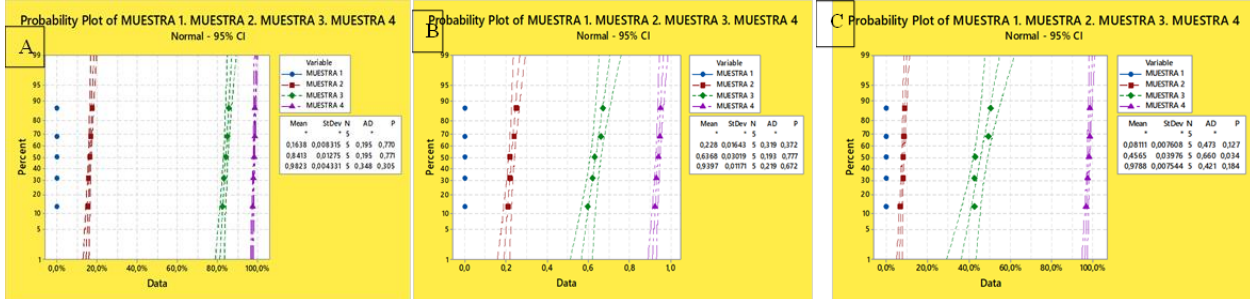
#### Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
MUESTRAS 4	5	0,99007	A
MUESTRAS 3	5	0,74344	B
MUESTRAS 2	5	0,1901	C
MUESTRAS 1	5	0,000000	D

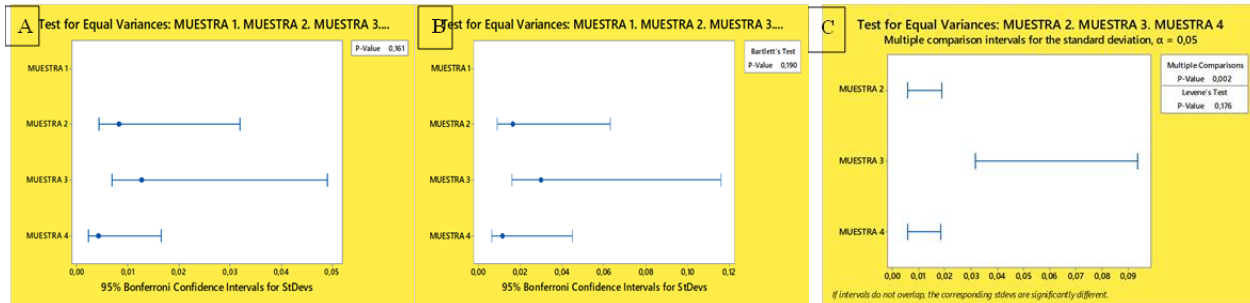
# Anexo 18

## Prueba de Normalidad en Z3



# Anexo 19

## Prueba de Levene de homocedasticidad en Z3



### Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
MUESTRAS 4	5	0,98227	A
MUESTRAS 3	5	0,84127	B
MUESTRAS 2	5	0,16376	C
MUESTRAS 1	5	0,000000	D

### Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
MUESTRAS 4	5	0,93970	A
MUESTRAS 3	5	0,6368	B
MUESTRAS 2	5	0,22800	C
MUESTRAS 1	5	0,000000	D

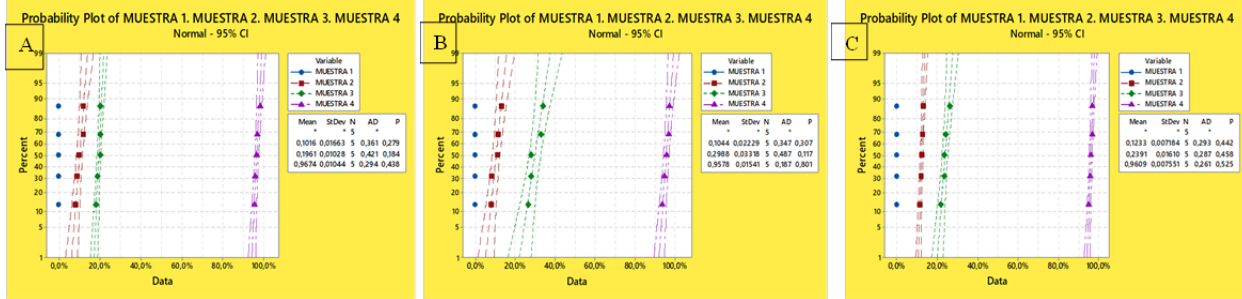
### Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
MUESTRAS 4	5	0,97877	A
MUESTRAS 3	5	0,4565	B
MUESTRAS 2	5	0,08111	C
MUESTRAS 1	5	0,000000	D

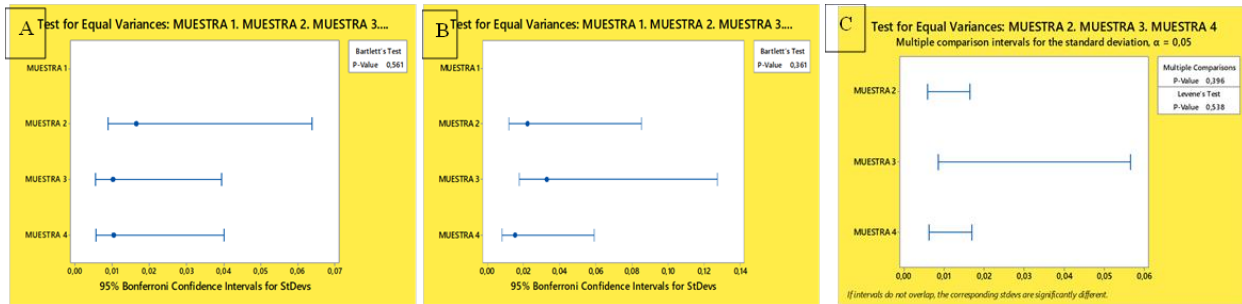
# Anexo 20

## Prueba de Normalidad en MI



# Anexo 21

## Prueba de Levene de homocedasticidad en MI



### Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
MUESTRAS 4	5	0,96744	A
MUESTRAS 3	5	0,19614	B
MUESTRAS 2	5	0,10159	C
MUESTRAS 1	5	0,000000	D

### Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
MUESTRAS 4	5	0,95781	A
MUESTRAS 3	5	0,2988	B
MUESTRAS 2	5	0,10444	C
MUESTRAS 1	5	0,000000	D

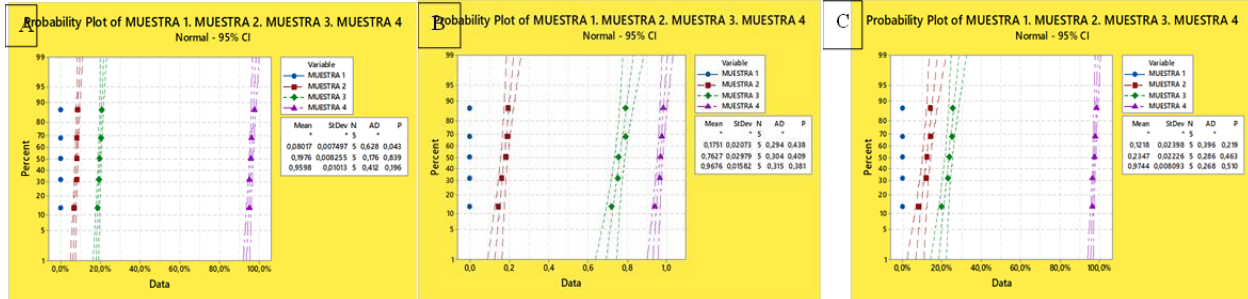
### Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
MUESTRAS 4	5	0,96091	A
MUESTRAS 3	5	0,23906	B
MUESTRAS 2	5	0,12331	C
MUESTRAS 1	5	0,000000	D

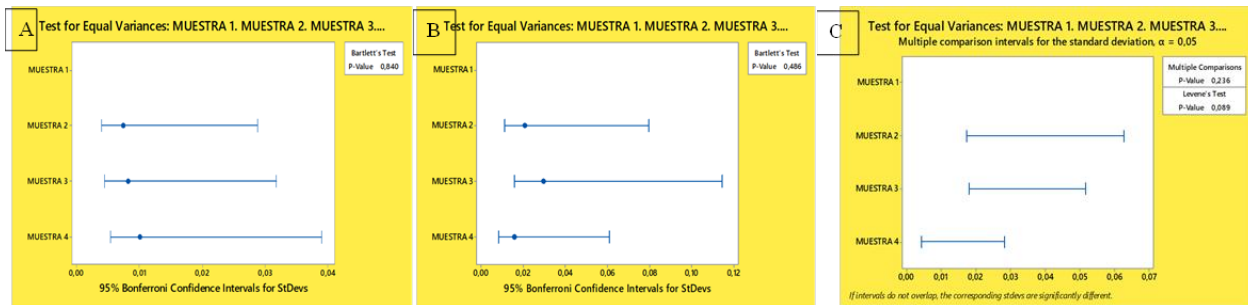
## Anexo 22

### Prueba de Normalidad en M2



## Anexo 23

### Prueba de Levene de homocedasticidad en M2



#### Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
MUESTRA 4	5	0,95976	A
MUESTRA 3	5	0,19760	B
MUESTRA 2	5	0,08017	C
MUESTRA 1	5	0,000000	D

#### Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
MUESTRA 4	5	0,96761	A
MUESTRA 3	5	0,7627	B
MUESTRA 2	5	0,17505	C
MUESTRA 1	5	0,000000	D

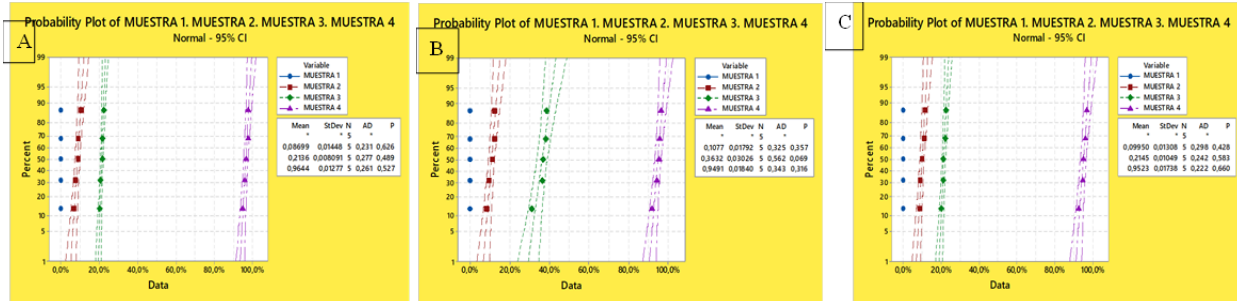
#### Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
MUESTRA 4	5	0,97438	A
MUESTRA 3	5	0,23473	B
MUESTRA 2	5	0,1218	C
MUESTRA 1	5	0,000000	D

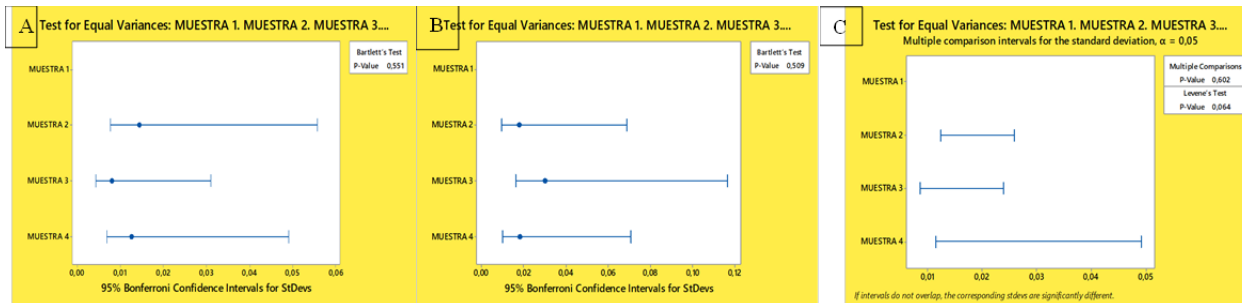
## Anexo 24

### Prueba de Normalidad en M3



## Anexo 25

### Prueba de Levene de homocedasticidad en M3



### Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
MUESTRAS 4	5	0,96437	A
MUESTRAS 3	5	0,21364	B
MUESTRAS 2	5	0,08699	C
MUESTRAS 1	5	0,000000	D

### Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
MUESTRAS 4	5	0,95229	A
MUESTRAS 3	5	0,21447	B
MUESTRAS 2	5	0,09950	C
MUESTRAS 1	5	0,000000	D

### Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
MUESTRAS 4	5	0,94908	A
MUESTRAS 3	5	0,3632	B
MUESTRAS 2	5	0,10769	C
MUESTRAS 1	5	0,000000	D