

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
ALTO AMAZONAS**



**EFFECTO DEL FOTOPERIODO EN EL CULTIVO LARVAL DE
CAMARÓN GIGANTE DE MALASIA (*Macrobrachium
rosenbergii*) EN CONDICIONES CONTROLADAS**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO ACUICULTOR**

**AUTOR:
MAYRA NAHOMI PAREDES TAPULLIMA**

**ASESOR:
MSc. JUVENAL NAPUCHI LINARES**

**ÁREA DE INVESTIGACIÓN:
PROGRAMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA ANIMAL**

**YURIMAGUAS - PERÚ
2024**

MDJ-02. DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Dr. Ehrlich Yam Llasaca Calizaya, Coordinador de la Facultad de Ciencias, Programa de Estudios de Acuicultura de la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: “EFECTO DEL FOTOPERIODO EN EL CULTIVO LARVAL DE CAMARÓN GIGANTE DE MALASIA (*Macrobrachium rosenbergii*) EN CONDICIONES CONTROLADAS, constituye la memoria que presenta la Bachiller Mayra Nahomi Paredes Tapullima, para aspirar al título de Profesional en Biólogo Acuícola.

Ha sido realizado en la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Yurimaguas, al 1 día del mes de agosto del año 2024.



Blgo. MSc. Juvenal Napuchi Linares

Asesor

Efecto del fotoperiodo en el cultivo larval de camarón gigante de Malasia
(*Macrobrachium rosenbergii*) en condiciones controladas

TESIS

Presentada para optar el título profesional de Biólogo Acuícola

JURADO CALIFICADOR



Dr. Ehrlich Yam Llasaca
Calizaya
Presidente



Ing. MSc. Magno Rosendo
Reyes Bedriñana
Miembro



Blgo. MSc. Manuel Enrique
Navas Vásquez
Miembro



Blgo. MSc. Juvenal
Napuchi Linares
Asesor

Yurimaguas, 1 de agosto del 2024

DEDICATORIA

A mis padres, Noemi y Robert, por acompañarme en cada paso dado, este logro no sería posible sin su amor y su apoyo incondicional.

A los estimados colegas, docentes y estudiantes que comparten el deseo constante de aprendizaje y crecimiento.

A todos aquellos que tuve el privilegio de conocer durante este trayecto y que generosamente me ofrecieron su respaldo en la realización de esta investigación.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor MSc. Juvenal Napuchi Linares por su orientación y guía en la elaboración del informe de tesis.

Al Sr. José Luis Chirinos Segura, gerente general de la **Granja Peruvian Prawns**, por sus consejos y por brindarme las facilidades de utilizar sus instalaciones.

Al Ing. Braulio Zaga Alarcón por compartir su experiencia y por su apoyo invaluable durante la ejecución del experimento.

RESUMEN

La investigación evaluó el efecto del fotoperiodo en el cultivo larval de camarón gigante de Malasia (*Macrobrachium rosenbergii*) en condiciones controladas. Se emplearon dos tratamientos experimentales de fotoperiodos (T1: 12 horas luz y 12 horas oscuridad y T2: 6 horas luz y 6 horas oscuridad) y un tratamiento control (T0: 14 horas luz y 10 horas oscuridad). Cada tratamiento utilizó 2 luces LED de 1 m de largo como fuente de iluminación artificial. Las luces se instalaron a lo largo de las tinas a una altura de 40 cm de la superficie del agua. Para garantizar la oscuridad adecuada en los tratamientos que lo requerían, se cubrieron las unidades experimentales con plástico color negro durante los periodos de oscuridad correspondientes. La población fue constituida por 48000 larvas de *Macrobrachium rosenbergii*, de las cuales se tomó una muestra de 4000 larvas, distribuidas equitativamente y al azar en 12 tinas de plástico, con 4 repeticiones por tratamiento, y una densidad de 100 larvas/litro. El experimento duró 35 días, durante los cuales las larvas se alimentaron ad libitum. Se evaluaron la calidad larval, el índice de estadio larval y la sobrevivencia. Se obtuvo que el fotoperiodo tiene un efecto significativo en la calidad larval y la sobrevivencia de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas. El T0 (14h luz/10h oscuridad) presentó los mejores resultados en términos de calidad larval y sobrevivencia, alcanzado un índice de condición larval de 2 y un porcentaje de sobrevivencia del 40%. El T1 (12h luz/12h oscuridad) tuvo un índice de condición larval de 2 y un porcentaje de sobrevivencia del 37%, mientras que el T2 (6h luz/6h oscuridad) registró un menor índice de condición larval de 1.3 y un porcentaje de sobrevivencia del 5%. No hubo efectos significativos del fotoperiodo en el índice de estadio larval.

Palabras clave: agua, evaluación, índice, luz.

ABSTRACT

The research evaluated the effect of photoperiod on the larval culture of giant Malayan prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) under controlled conditions. Two experimental photoperiod treatments (T1: 12 hours light and 12 hours dark and T2: 6 hours light and 6 hours dark) and a control treatment (T0: 14 hours light and 10 hours dark) were used. Each treatment used 2 LED lights of 1 m length as a source of artificial illumination. The lights were installed along the tubs at a height of 40 cm from the water surface. To ensure adequate darkness in the treatments that required it, the experimental units were covered with black plastic during the corresponding periods of darkness. The population consisted of 48,000 larvae of *Macrobrachium rosenbergii*, from which a sample of 4,000 larvae was taken, distributed equally and randomly in 12 plastic tubs, with 4 replicates per treatment, and a density of 100 larvae/liter. The experiment lasted 35 days, during which the larvae were fed ad libitum. Larval quality, larval stage index and survival were evaluated. It was found that photoperiod has a significant effect on larval quality and survival of *Macrobrachium rosenbergii* under controlled conditions. T0 (14h light/10h dark) presented the best results in terms of larval quality and survival, reaching a larval condition index of 2 and a survival percentage of 40%. T1 (12h light/12h dark) had a larval condition index of 2 and a survival percentage of 37%, while T2 (6h light/6h dark) had a lower larval condition index of 1.3 and a survival percentage of 5%. There was no significant effect of photoperiod on the larval stage index.

Keywords: water, evaluation, index, light.

INTRODUCCIÓN

El camarón gigante de Malasia, *Macrobrachium rosenbergii*, representa una especie crucial en la acuicultura global debido a su rápido crecimiento, manejo sencillo, alta tasa de sobrevivencia y valor comercial significativo (Tao *et al.*, 2021) y (Prieto Dueñas *et al.*, 2021). A pesar del incremento en su cultivo, la demanda creciente continúa desafiando la capacidad de producción actual (Liew *et al.*, 2021). Para abordar esta necesidad, optimizar el cultivo larval se vuelve indispensable, destacando la importancia crítica del fotoperiodo, es decir, la duración de la exposición a la luz durante el día y la noche. Las larvas de *Macrobrachium rosenbergii* atraviesan 11 estadios larvales antes de metamorfosear a postlarvas, un proceso crucial que puede durar entre 22 y 35 días (Yong *et al.*, 2018). El control adecuado del fotoperiodo ha demostrado influir significativamente en el desarrollo, crecimiento y salud de las larvas, afectando directamente su metamorfosis y sobrevivencia (Ferrer, 2018) y (Fleckenstein *et al.*, 2019). Aunque se ha observado que condiciones de luz continua pueden favorecer tasas óptimas de crecimiento y metamorfosis (Wei *et al.*, 2021), también se ha señalado que un exceso de luz y alimentación continua podría generar estrés fisiológico y aumentar la mortalidad larval (Tan & Wang, 2022).

Este estudio se centra en cómo diferentes regímenes de fotoperiodo pueden influir en el desarrollo larval. El objetivo principal es determinar el efecto del fotoperiodo en el cultivo larval de camarón gigante de Malasia *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas, con la finalidad de optimizar las prácticas de producción acuícola y mejorar la eficiencia del cultivo. Al comprender mejor cómo el fotoperiodo afecta el ciclo vital del camarón en un entorno controlado, este estudio no solo complementará investigaciones previas, sino que también proporcionará recomendaciones prácticas para el manejo óptimo de estas larvas en la industria acuícola.

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
INTRODUCCIÓN	vii
CAPÍTULO I PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
1.1. Identificación y determinación del problema	12
1.2. Delimitación de la investigación	14
1.3. Formulación del problema	14
1.3.1. Problema general	14
1.3.2. Problemas específicos.....	14
1.4. Formulación de Objetivos	15
1.4.1. Objetivo General.....	15
1.4.2. Objetivos Específicos	15
1.5. Justificación de la investigación	15
CAPITULO II MARCO TEÓRICO	17
2.1. Antecedentes de estudio	17
2.2. Bases teóricas – científicas	20
2.3. Definición de términos básicos	28
2.4. Formulación de hipótesis	29

2.4.1.	Hipótesis general	29
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	29
2.5.	Identificación de variables	30
2.6.	Operacionalización de variables.....	30
CAPÍTULO III METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN		32
3.1.	Tipo de investigación	32
3.2.	Nivel de investigación	32
3.3.	Métodos de investigación.....	32
3.4.	Diseño de investigación.....	32
3.5.	Población y muestra.....	33
3.6.	Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	33
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	34
3.8.	Tratamiento estadístico	34
3.9.	Orientación ética, filosófica y epistemológica.....	35
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES.....		36
4.1.	Descripción del trabajo de campo y/o laboratorio.....	36
4.1.1.	Lugar de ejecución.....	36
4.1.2.	Descripción de las instalaciones	37
4.1.3.	Proceso de cultivo.....	37
4.1.4.	Registro de los parámetros de la calidad de agua.....	38
4.1.5.	Evaluación de la calidad larval.....	39

4.1.6.	Cálculo del índice de estadio larval	40
4.1.7.	Determinación de la sobrevivencia larval	41
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados	41
4.3.	Prueba de hipótesis	47
4.4.	Discusión de resultados.....	54
	CONCLUSIONES.....	57
	RECOMENDACIONES.....	59
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
	ANEXOS.....	67

Lista de tablas

Tabla 1. Indicadores y criterios de evaluación larval.....	24
Tabla 2. Valoración del índice de calidad larval.....	25
Tabla 3. Características seleccionadas de larvas y postlarvas de <i>M. rosenbergii</i>	26
Tabla 4. Operacionalización de variables	30
Tabla 5. Equipos y frecuencia de medición de los parámetros	39
Tabla 6. Indicadores y criterios de evaluación para identificar el índice de calidad larval para <i>M. rosenbergii</i>	39
Tabla 7. Valoración del índice de calidad larval.....	40
Tabla 8. Índice de Estadío Larval de <i>M. rosenbergii</i> bajo diferentes condiciones de fotoperiodo estudiados durante todo el experimento	44
Tabla 9. Número y porcentaje de sobrevivencia larval de <i>M. rosenbergii</i> durante el ciclo productivo evaluado.....	46
Tabla 10. Resumen de prueba de Kruskal-Wallis de muestras independientes.....	48
Tabla 11. Comparaciones por parejas de tratamiento	49
Tabla 12. Prueba ANOVA	50
Tabla 13. Resumen de prueba de Kruskal-Wallis de muestras independientes.....	52
Tabla 14. Comparaciones por parejas de tratamiento	53

Lista de figuras

Figura 1. Plano de las instalaciones	33
Figura 2. Área de estudio-Granja Peruvian Prawns.....	36
Figura 3. Resultados de la calidad larval bajo diferentes condiciones de fotoperiodo estudiados durante todo el experimento.....	43
Figura 4. Índice de estadio larval de <i>M. rosenbergii</i>	45
Figura 5. Porcentaje de sobrevivencia larval a lo largo de los días (%)	46
Figura 6. Gráfico de calidad larval y tratamientos.....	49
Figura 7. Gráfico de sobrevivencia y tratamientos	53

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

El camarón gigante de Malasia *Macrobrachium rosenbergii*, es una de las especies de crustáceos que forma parte esencial de la acuicultura de numerosos países tropicales y subtropicales de todo el mundo (Tao *et al.*, 2021), siendo el más cultivado por su rápido crecimiento, facilidad de manejo, alto índice de sobrevivencia y excelente precio de venta (Prieto Dueñas *et al.* 2021).

Se ha registrado un incremento en el cultivo y producción de *Macrobrachium rosenbergii*; sin embargo, esto sigue siendo insuficiente para satisfacer las necesidades del mercado debido a la creciente demanda (Liew *et al.* 2021).

Para abordar esta situación, es crucial incrementar su actividad acuícola, lo que resalta la importancia de mejorar su productividad. En ese caso, el cultivo de larvas es crucial para el éxito de la industria de *M. rosenbergii* (Ma *et al.* 2020).

En la producción de semilla de *M. rosenbergii*, las larvas atraviesan por 11 estadios larvales conocidos como zoeas antes de metamorfosear a postlarvas, que suele durar de 22 a 35 días (Yong *et al.* 2018).

Teniendo en cuenta lo anterior, uno de los principales factores ambientales en el cultivo del camarón es el fotoperiodo (tiempo de exposición a la luz y oscuridad) considerado un factor importante para el desarrollo de las larvas, y su manejo adecuado

contribuye a mejoras en el sistema de producción, con la consecuente reducción de costos (Ferrer, 2018).

La mayoría de los organismos han desarrollado ritmos circadianos (mecanismos internos naturales que controlan el ciclo sueño-vigilia y se repiten aproximadamente cada 24 horas), los cuales influyen en las funciones y comportamiento en el ciclo diario de 12 horas de luz: 12 horas de oscuridad (Jiao *et al.* 2022).

Se demostró que el fotoperiodo está muy correlacionado con el desarrollo y el crecimiento de las larvas de *M. rosenbergii* (Fleckenstein *et al.* 2019).

Wei *et al.* (2021), sostienen que las larvas de *M. rosenbergii* presentan las mejores tasas de crecimiento, metamorfosis y sobrevivencia en condiciones de luz de 24 horas.

Tan & Wang. (2022), sin embargo, señalan que el consumo de alimento continuamente durante este periodo, provoca un rápido crecimiento y desarrollo, pero también se menciona que cuando se cultivan en un entorno de 24 h de luz, la alimentación continua puede estresar el sistema digestivo, y puede enfermar a las larvas y, finalmente, provocar su mortalidad.

Por lo tanto, es vital desarrollar un régimen de fotoperiodo apropiado que favorezca el crecimiento de las larvas de *M. rosenbergii* y que al mismo tiempo mantenga su salud. El cultivo con el fotoperiodo adecuado permite la productividad de estas; mostrando además que los resultados pueden variar según la fase de crecimiento, el sistema de cultivo y los fotoperiodos empleados (Nogueira *et al.*, 2021). La variación en la duración de la luz durante el día y la noche puede desencadenar respuestas fisiológicas y comportamentales en los organismos acuáticos. Comprender el impacto del fotoperiodo en el cultivo larval de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas permitiría optimizar las prácticas de producción acuícola y mejorar la eficiencia y rentabilidad del proceso.

En consecuencia, se sabe poco sobre el efecto del fotoperiodo, en las primeras etapas de vida del camarón gigante de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii* (Wei *et al.* 2021).

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el “Efecto del fotoperiodo en el cultivo larval de camarón gigante de Malasia *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas”. Asimismo, el presente trabajo ayudará a complementar los estudios ya existentes y llegar así a un fotoperiodo más adecuado para el cultivo de larvas.

1.2. Delimitación de la investigación

Delimitación espacial

El espacio geográfico que abarco la investigación fue el distrito de La Banda de Shilcayo, provincia de San Martín.

Delimitación temporal

El periodo de estudio estuvo comprendido entre los meses de diciembre del 2023 a enero del 2024.

1.3. Formulación del problema

A partir del planteamiento del problema, se han formulado las siguientes interrogantes de investigación:

1.3.1. Problema general

- ¿Cuál es el efecto del fotoperiodo en el cultivo larval de camarón gigante de Malasia (*Macrobrachium rosenbergii*) en condiciones controladas?

1.3.2. Problemas específicos

- ✓ ¿Cuál es el efecto del fotoperiodo en la calidad larval de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas?
- ✓ ¿Cuál es el efecto del fotoperiodo en el índice de estadio larval de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas?
- ✓ ¿Cuál de los tratamientos tendrá mejor resultado sobre la sobrevivencia larval de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar el efecto del fotoperiodo en el cultivo larval de camarón gigante de Malasia *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas.

1.4.2. Objetivos Específicos

✓ Determinar el efecto del fotoperiodo en la calidad larval de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas.

✓ Determinar el efecto del fotoperiodo en el índice de estadio larval *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas.

✓ Determinar cuál de los tratamientos tendrá mejor resultado sobre la sobrevivencia larval de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas.

1.5. Justificación de la investigación

La investigación sobre el efecto del fotoperiodo en el cultivo larval del camarón gigante de Malasia es crucial en varios aspectos. Desde una perspectiva social, económica y cultural, entender cómo el fotoperiodo afecta al desarrollo del camarón puede mejorar las prácticas de producción acuícola, asegurando un suministro estable de camarón de alta calidad para el consumo, lo que beneficia a la seguridad alimentaria y la calidad de vida. Además, este conocimiento puede generar oportunidades económicas y de empleo en el sector acuícola, al optimizar la productividad y rentabilidad de las granjas.

Desde un punto de vista teórico y práctico, esta investigación proporciona una base sólida de datos y metodologías que pueden utilizarse como referencia para futuros estudios en el campo de la acuicultura. Al llenar el vacío de información local sobre este tema y ofrecer evidencia científica sobre los efectos del fotoperiodo en el cultivo larval, se facilita el avance en el desarrollo de nuevas técnicas y tecnologías en la producción de camarón,

así como la aplicación de métodos de experimentación y análisis específicos que pueden ser útiles para investigaciones posteriores en el área de la acuicultura.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Santos (2020), examinó cómo el fotoperiodo afecta la ingestión de nauplios de *Artemia salina* por larvas de camarón *Macrobrachium acanthurus*, en diferentes estadios de desarrollo. Se utilizaron tres fotoperiodos: 0L:24O, 12L:12O y 24L:0O. En el estadio larval I, se observó mayor consumo con 12L:12O, mientras que en el estadio larval V fue mayor con 0L:24O. Los resultados indicaron que el fotoperiodo influyó notablemente en la tasa de consumo de nauplios.

Souza *et al.* (2020), investigaron la influencia de diferentes fotoperiodos en la biometría del camarón *Litopenaeus vannamei* en su fase inicial. Se utilizaron cuatro tratamientos: T1 – 0L:24O, T2 – 12L:12O (luz natural), T3 – 18L:6O, y T4 – 24L:0O. Los resultados mostraron que el fotoperiodo de 18L:6O no altera las tasas de crecimiento, pero mejora significativamente la sobrevivencia en condiciones de baja salinidad.

Wei *et al.* (2021), mencionan que en su investigación tuvieron como objetivo evaluar distintos factores ambientales, uno de ellos el fotoperiodo, en el desarrollo larval temprano y la sobrevivencia del camarón *Macrobrachium rosenbergii*, utilizando cinco tratamientos de ciclo luz y oscuridad (0:24, 6:18, 12:12, 18:6, 24:0). Los resultados mostraron que el fotoperiodo influye significativamente en la tasa de sobrevivencia, el crecimiento y la metamorfosis, con los mejores rendimientos bajo 24 h luz: 0 h oscuridad.

Tao *et al.* (2021), evaluaron el efecto de la intensidad luminosa en el crecimiento y la sobrevivencia larval del camarón *Macrobrachium rosenbergii*, compararon cinco intensidades luminosas: 1.000 lux (T1), 10.000 lux (T2), 20.000 lux (T3), 30.000 lux (T4), y luz natural (T5) con un fotoperiodo de 12h O:12 h L. Los resultados indicaron que una intensidad luminosa de 20.000 lux (T3) produjo los mejores resultados en rendimiento de floculación, metamorfosis, sobrevivencia y productividad.

Ferrer (2018), llevo a cabo una investigación con el objetivo principal de conocer la influencia del fotoperiodo artificial en el desarrollo embrionario del camarón *Cryphiops caementarius* en condiciones de laboratorio. Usó un fotoperiodo natural y fotoperiodo artificial en el experimento. Los resultados indicaron un 100% de eclosión de huevos en menos tiempo bajo el fotoperiodo artificial. El cambio de fase de la etapa 1 a la 2 se produjo en 5 días con el fotoperiodo artificial, frente a 6 días en condiciones naturales.

Bernaola Sicha (2021), investigó la influencia del fotoperiodo en el crecimiento de alevinos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Evaluó el crecimiento, factor de condición, conversión alimenticia y sobrevivencia, con tres tratamientos: (T1) 12 horas de luz natural/12 horas de luz artificial, (T2) 24 horas de luz artificial, y (T3) luz natural. Los resultados mostraron que (T1) logró el mayor crecimiento y mejor conversión alimenticia, mientras que (T2) presentó la mejor sobrevivencia con un 98.02%.

Talavera (2022), investigó la influencia del fotoperiodo en el crecimiento y la sobrevivencia de alevinos de trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss*, exponiéndolos a dos fotoperiodos: 12L:12O (Luz: Oscuridad) y 18L:6O (Luz: Oscuridad). Los resultados mostraron que el fotoperiodo de 18L:6O proporcionó mejores resultados en crecimiento y una alta tasa de sobrevivencia del 94.67% en comparación con 12L:12O y el control natural.

Ma *et al.* (2021), investigaron el efecto del fotoperiodo en el crecimiento de larvas de *Takifugu rubripes*, exponiéndolas a cuatro fotoperiodos LED: 8 L:16 O, 16 L:8 O, 20 L:4

O y 24 L:0 O durante 30 días. Se encontró que el fotoperiodo de 20 L:4 O favoreció el crecimiento larval después del día 19 de eclosión, sugiriéndose fotoperiodos más cortos para ahorrar electricidad antes del día 18.

Engin (2022), realizó el primer estudio comercial sobre la influencia del fotoperiodo en el rendimiento de larvas de trucha arco iris (*Onchorhynchus mykiss*), expuestas a tres fotoperiodos distintos: luz solar natural, 18 O:6 L y 18 L:6 O. Los resultados mostraron que las larvas criadas durante un año en condiciones comerciales bajo fotoperiodos tratados con luz larga y oscuridad larga (18 O:6 L y 18 L:6 O), obtuvieron una mayor sobrevivencia y crecimiento larval.

Zhao *et al.* (2023), realizaron un experimento de 19 días con el objetivo de investigar el fotoperiodo óptimo para las larvas de cangrejo nadador *Portunus trituberculatus* en términos de sobrevivencia y desarrollo. Se utilizaron dos fotoperiodos diferentes de 12 y 18h. Los resultados mostraron que un fotoperiodo largo (18h) aceleró el desarrollo de las larvas, identificándose como el fotoperiodo óptimo para su desarrollo y sobrevivencia.

Reni & Handayani (2023), mencionan que el propósito de su investigación fue determinar cuál de los diferentes fotoperiodos afecta el crecimiento y la sobrevivencia de las larvas de papuyu *Anabas testudineus*. Las larvas fueron expuestas a cuatro fotoperiodos diferentes de 24L:0O, 16L:8O, 8L:16O, 0L:24O. Según los resultados, el fotoperiodo de 24L:0O fue el más favorable para el crecimiento y la sobrevivencia de estas.

2.2. Bases teóricas – científicas

- **Fotoperiodo**

Bromage *et al.* (2001), mencionan que el fotoperiodo es la respuesta a diversos estímulos ambientales (temperatura, luz, humedad, etc.), está relacionado con la duración de las horas de luz del día. Varía dependiendo de la temporada y el clima.

Ashley *et al.* (2006), El fotoperiodo corresponde al número de horas de exposición a la luz del día, en un ciclo de 24 horas en una posición determinada; el fotoperiodo puede ser continuo a través del uso de lámparas colocadas sobre o dentro del agua, llamado fotoperiodo artificial. Todos los seres vivos poseen un propio fotoperiodo.

Shulgina *et al.* (2021), el fotoperiodo es una de las principales señales medioambientales que sincronizan numerosas fases del desarrollo en las especies hidrobiológicas e incluyen patrones conductuales, fisiológicos, morfológicos y reproductivos que determinan las adaptaciones estacionales.

El fotoperiodo es uno de los factores más influyentes que impactan en la forma en que se alimentan los peces y gran parte de las especies (Reynalte-Tataje *et al.*, 2002), la alimentación se produce de forma no aleatoria, según ciertos biorritmos convencionales, es decir, los ritmos circadianos se ven afectados por el fotoperiodo. Como resultado, los peces diurnos son más activos durante el día y menos durante la noche, mientras que los nocturnos son a la inversa (Boeuf & Le Bail, 1999).

La duración del fotoperiodo del mismo modo puede afectar el comportamiento y la producción de los camarones. (Wang *et al.*, 2004) notaron que el fotoperiodo de 24 h de luz, 24 h de oscuridad, 14 h de luz/10 h de oscuridad y 10 h de luz/14 h de oscuridad alteraban la frecuencia de muda, pero no tuvo un efecto significativo en el crecimiento.

Baloi *et al.* (2013), sin embargo, evidenciaron que los camarones cultivados con privación de luz obtuvieron una tasa de crecimiento más baja, mientras que 24 h de iluminación suplementaria consiguieron efectos positivos.

- **Camarón gigante de Malasia *Macrobrachium rosenbergii***

Descripción Taxonómica

La posición taxonómica del camarón, acorde con D'Abramo *et al.* (2003) es:

Reino: Animalia

Phylum: Artrópoda

Clase: Malacostrácea

Orden: Decápoda

Familia: Palaemonidae

Género: *Macrobrachium*

Especie: *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879)

- **Cultivo larval de *Macrobrachium rosenbergii***

New (2002), detalla que la larvicultura implica la adquisición y el desarrollo larval; en el cultivo la salinidad del agua requiere mantenerse entre 12 a 16 ups hasta completar la metamorfosis en postlarvas, ya que se consiguen resultados productivos más eficientes, después de esto, las postlarvas ya pueden ser cultivadas en agua dulce.

Según Tidwell *et al.* (2002) y D'Abramo *et al.* (2003), la duración del estadio larval depende de la calidad del agua, la temperatura, la luz, calidad y cantidad de alimento; Tidwell enfatiza más en la calidad del agua, argumentando que la base fundamental para

un buen cultivo es el manejo de los factores fisicoquímicos como el pH, concentración del oxígeno disuelto, nitritos, nitratos, amonio, alcalinidad y dureza principalmente.

D'Abramo *et al.* (2003), añade que las larvas son sumamente agresivas y comen casi constantemente, su dieta natural incluye principalmente fitoplancton grande, zooplacton pequeño y larvas de otros invertebrados que habitan en entornos acuáticos.

FAO (2004), menciona que algunas semillas de post larvas y juveniles son obtenidas a partir de las capturas, pero la mayor parte se producen en hatchery. En el primer estadio las zoeas tienen ligeramente algo menos que 2mm de longitud, y pasan por 11 estadios larvales para que al final metamorfoseen a postlarvas. La metamorfosis individual se puede alcanzar en tan solo 16 días, aunque normalmente suele demorar mucho más, dependiendo de los factores ambientales. En cambio, gran parte de las larvas metamorfosean entre el día 32 y 35 con una temperatura favorable (28-31 °C), en los criaderos comerciales. La cría de larvas normalmente se lleva a cabo en un 12% de agua salobre, en criaderos de tipo flujo abierto (donde se reemplaza regularmente una proporción del agua) o con recirculación (donde se utilizan múltiples opciones de sistemas que incluyen filtración física y biológica para reducir el uso de agua). Estos dos tipos de criaderos pueden estar situados en tierras continentales o en el borde costero. Los criaderos ubicados en tierras continentales elaboran agua salobre combinando agua dulce con agua de mar llevada desde la costa, o con agua de mar artificial. Los regímenes de alimentación varían mucho, pero usualmente suelen incluir *Artemia salina* que inicialmente se suministran como alimento vivo varias veces por día, luego en el estadio larval 10, se reduce a una sola alimentación diaria. También se suministran alimentos preparados como flan, que contienen huevos, filete de pescado, choro, calamar entre otros; usualmente se introduce este alimento balanceado en el estadio 3, aumentando la frecuencia de alimentación a medida que avanza su desarrollo.

- **Calidad larval**

Daniels W.H. *et al.* (1992), señalan que la medición de la calidad y el estado de las larvas de crustáceos se ha vuelto cada vez más importante, especialmente para el sector camaronero y langostinero, la calidad de los individuos en su fase más temprana repercute considerablemente en el rendimiento de los estanques.

De acuerdo con Tayamen & Brown (1999), se han empleado varios criterios, ya sea en grupo con una serie de factores o como indicadores individuales. Aunque gran parte de los estudios sobre la evaluación de la calidad de los crustáceos comerciales se han centrado en la etapa postlarval, también cobra importancia la calidad larval por permitir evaluar las condiciones de cultivo que se emplean en un laboratorio de producción de larvas (hatchery), y también como instrumento de evaluación, ya que permite un análisis cuantitativo de la calidad de un stock específico. La evaluación de la calidad larval se lleva a cabo basándose en la observación de la morfología y el comportamiento de las larvas muestreadas, en base a los indicadores y criterios mencionados en la siguiente tabla:

Tabla 1. Indicadores y criterios de evaluación larval.

	Indicadores	Criterios de evaluación		
		Puntuación 0	Puntuación 1	Puntuación 2
1	Plenitud del intestino	Intestino vacío.	Moderadamente lleno	Lleno con hebras fecales
2	Contenido de lípidos intestinales (estado del hepatopáncreas)	Las larvas parecen delgadas; no hay glóbulos lipídicos visibles.	Glóbulos muy pequeños visibles en la glándula digestiva	Glóbulos en la glándula digestiva visiblemente llenos
3	Pigmentación (estado de los cromatóforos)	Cromatóforos totalmente contraídos asociados. Color azulado, claro u oscuro.	Cromatóforos moderados en un área. Color naranja, claro u oscuro	Cromatóforos bien dispersos. Color ambar, naranja y rojo tostado.
4	Coloración corporal	Apariencia ploma/azulado o oscuro en el segmento abdominal.	Apariencia moderada de naranja claro en el segmento abdominal.	Apariencia ambar, naranja, rojo tostado en el segmento abdominal.
5	Rostrum	Rostrum dañado/desfigurado	Rostrum rizado, doblado, retorcido.	Rostrum recto, entero
6	Relación de músculo a intestino	El intestino parece ancho, músculo delgado en el VI segmento.	El intestino parece delgado, músculo ancho en el VI segmento.	El intestino parece delgado, músculo más ancho en el VI segmento.
7	Apariencia muscular del abdomen	Músculo abdominal opaco con gránulos	Músculo abdominal ligeramente limpio.	Músculo abdominal limpio, transparente, liso

8	Melanización (presencia de puntos negros)	Puntos negros observados en apéndices/cuerpo	Menor cantidad de puntos negros en apéndices/cuerpo.	Sin puntos negros (melanización).
9	Organismos incrustantes (fouling)	Mayor parte del cuerpo afectado.	Menor parte del cuerpo afectado.	Cuerpo limpio, ausencia de protozoos, ciliados, etc.
10 a	Comportamiento natatorio	Movimiento lento, errático.	Movimiento moderado con la cabeza al revés.	Movimiento rápido, como saltar.
10 b	Respuesta fotopositiva	Sin respuesta	Respuesta positiva lenta.	Respuesta positiva rápida.

Tabla 2. Valoración del índice de calidad larval

Índice de Calidad Larval	
Promedio	Grado de Calidad
2	Muy bueno
1-1,9	Bueno
0-0,9	Malo

Fuente: (Tayamen & Brown, 1999)

- **Índice del estadio larval (IEL)**

Alvarado Espinoza (2018), menciona que, el Índice de Estadio Larval (IEL) se utiliza para determinar el estadio de desarrollo larvario en que se encuentran los camarones. El (IEL) se calcula mediante la fórmula que se muestra a continuación: $IEL = \Sigma (n_i \times E_i) / n$, siendo n_i = número de larvas en cada estadio; E_i = número de estadio de desarrollo larval y n = número de larvas analizadas.

Manzi *et al.* (1977), señalan que el (IEL) es una medida de tendencia central calculada por el método del promedio ponderado, calculada con la siguiente fórmula:

$$IEL = \frac{\Sigma (N^\circ \text{ larvas en cada estadio} \times N^\circ \text{ de estadio larval})}{N^\circ \text{ total de larvas en la muestra}}$$

Para reconocer el estadio larval se utiliza la tabla presentada a continuación por Uno & Kwon (1969):

Tabla 3. Características seleccionadas de larvas y postlarvas de *M. rosenbergii*

Estadios	Características						
	Ojos	Rostrum	Flagelo Antenal	Urópodos	Telson	Pleópodos	Periópodos
I	Sésiles						
II	Con pedúnculo	1 diente dorsal					
III		2 dientes dorsales		Primera aparición Birramados con setas			
IV							
V			2 o 3 segmentos		Más alargado y más estrecho		
VI			4 segmentos		Más estrecho	Primera aparición de brotes Birramados	
VII			5 segmentos			y descubiertos Birramados	
VIII			~7 segmentos			y con cerdas	

IX		~9 segmentos	Endopodos con apéndices internos	
X	3 dientes dorsales	~12 segmentos		Completamen te quelado (1ro y 2do)
XI	Muchos dientes dorsales	~15 segmentos		
Postlarva	Rostrum con dientes dorsales y ventrales; comportamiento principalmente bentónico, como en adultos.			

Fuente: (Uno & Kwon, 1969).

- **Sobrevivencia larval**

New & Singholka (1984), mencionan que la sobrevivencia en sistemas de flujo continuo es del 40% al 50%; por otro lado, la sobrevivencia es solo del 39% en sistemas estáticos o de recambio intermitente.

No obstante, New *et al.* (2010), indican que en sistemas de recirculación comercial se han alcanzado altas tasas de sobrevivencia del 75% al 80%, con ayuda de biofiltros de baja tecnología. La sobrevivencia puede verse afectada por varios factores, como la calidad larval, la alimentación, el agua y el manejo en general, sin embargo, todo indica que los criaderos artesanales y comerciales que cumplen los protocolos adecuados de manejo de criaderos, pueden obtener resultados óptimos.

Nole Altamiza & Herrera Calderón (2016), mencionan que para el cálculo de evaluación de la sobrevivencia (S%) se utiliza la siguiente formula:

$$S \% = \frac{Nf}{Ni} \times 100$$

Nf = Número final de especie

Ni = Número inicial de especie

2.3. Definición de términos básicos

Cultivo larval: Crianza y manejo de larvas de organismos acuáticos en condiciones controladas para asegurar su sobrevivencia y promover su crecimiento hasta que alcancen la etapa postlarval.

Calidad Larval: Condición fisiológica de la larva y su capacidad para desarrollarse y resistir en diversas circunstancias ambientales durante su ciclo vital.

Estadios larvales: Distintas fases de desarrollo que experimentan muchos organismos después de la eclosión de los huevos.

Fotoperiodo: Un conjunto de comportamientos relacionados con la exposición a la luz mediante los cuales regulan sus procesos biológicos (incluidos la reproducción y el desarrollo).

Larva: Animal que se encuentra en la primera etapa de desarrollo post-embrionario de los animales que experimentan desarrollo indirecto.

Luz artificial: Fuente producida por el ser humano. La principal son las bombillas de luz o lámparas.

Luz natural: Es la iluminación que procede directa o indirectamente específicamente del sol o de otras fuentes naturales.

Metamorfosis: Proceso biológico por el que pasan las crías de ciertos animales antes de convertirse en adultos.

Oscuridad: Lugar sin luz, o con luz muy escasa.

Postlarva: Se trata de una fase del ciclo vital del camarón que ha progresado a través de las numerosas fases larvarias hasta alcanzarla. Los adultos en miniatura conocidos como postlarvas terminan su ciclo vital en agua dulce y tienen un alto grado de adaptabilidad a una dieta artificial equilibrada.

Sobrevivencia: Es el grado de éxito que tienen las larvas de un organismo en sobrevivir y alcanzar la etapa adulta.

Zoea: Forma larvaria que se puede ver después de 42 horas, son alargadas, con el rostro ligeramente curvado hacia abajo.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El fotoperiodo tiene un efecto significativo en el cultivo larval de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas.

2.4.2. Hipótesis específicas

Ho: El fotoperiodo no tiene un efecto significativo en la calidad larval de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas.

Ha: El fotoperiodo tiene un efecto significativo en la calidad larval de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas.

Ho: El fotoperiodo no tiene un efecto significativo en el índice de estadio larval (IEL) de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas.

Ha: El fotoperiodo tiene un efecto significativo en el índice de estadio larval (IEL) de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas.

Ho: No existe un tratamiento de fotoperiodo que tiene un resultado significativamente mejor sobre la sobrevivencia larval de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas.

Ha: Existe un tratamiento de fotoperiodo que tiene un resultado significativamente mejor sobre la sobrevivencia larval de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas.

2.5. Identificación de variables

Variable independiente

Fotoperiodo

Variable dependiente

Cultivo larval:

- Calidad larval
- Índice de estadio larval
- Supervivencia larval

2.6. Operacionalización de variables

Tabla 4. Operacionalización de variables

Variable	Tipo de Variable	Categorización o Dimensión	Definición Operacional	Indicador	Nivel de medición
Independiente	Fotoperiodo	Horas luz	Se tomarán tres fotoperiodos: 12 horas luz / 12 horas oscuridad(T1); 6 horas luz / 6 horas oscuridad(T2) y a condiciones normales de laboratorio 14 horas de luz y 10 horas de oscuridad (T0) Control.	Tiempo	CUANTITATIVO
Dependiente	Cultivo larval	Calidad larval Índice de estadio larval Supervivencia Larval	Para la calidad larval como instrumento de medición se tiene una tabla explicativa con los indicadores y criterios de evaluación. Índice de estadio larval es una medida de tendencia central calculada por el método de promedio ponderado, y se identifica con la tabla de Características seleccionadas de	Con una puntuación de 0 a 2 , siendo 2 muy bueno, 1 bueno y 0 malo. $IEL = \sum (n_i \times E_i) / n$, siendo n_i = número de larvas en cada estadio; E_i = número de estadio de desarrollo larval y n = número de larvas analizadas	CUANTITATIVO

larvas y post larvas

Sobrevivencia larval

el porcentaje de larvas que alcanzan con éxito la fase siguiente de su desarrollo dentro de un periodo de tiempo específico.

Evaluación de la

sobrevivencia

$$(S\%) = \frac{Nf}{Ni} \times 100$$

$$Nf =$$

Número final de post larvas;

Ni = Número inicial de larvas

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

En función de los objetivos establecidos el tipo de investigación es experimental, se caracteriza por la manipulación de una o más variables independientes para observar el efecto que tienen sobre una variable dependiente bajo condiciones controladas; según los datos manipulados en el experimento, la naturaleza de la investigación es cuantitativa.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es aplicativo, se enfoca en la resolución de problemas prácticos y la aplicación de los resultados de la investigación en situaciones reales en este caso se está investigando el efecto del fotoperiodo en el cultivo larval de *Macrobrachium rosenbergii* con el objetivo de mejorar las prácticas de cultivo en la industria acuícola.

3.3. Métodos de investigación

Esta investigación utilizó el método experimental deductivo, porque consiste en partir de hipótesis específicas para luego diseñar y llevar a cabo experimentos que permitan probar y validar esas hipótesis en un ambiente controlado.

3.4. Diseño de investigación

Se trabajó con un diseño completamente al azar (DCA) conformado por el tratamiento **T0** o grupo control: 14 horas luz/ 10 horas oscuridad; **T1**: 12 horas luz/ 12 horas oscuridad y **T2**: 6 horas luz/ 6 horas oscuridad, con 4 repeticiones, haciendo un total de 12 unidades

experimentales acondicionadas a un sistema de recirculación estática. Con una densidad de 100 larvas / litro.

En la Figura 1 se puede observar la distribución de las unidades experimentales:

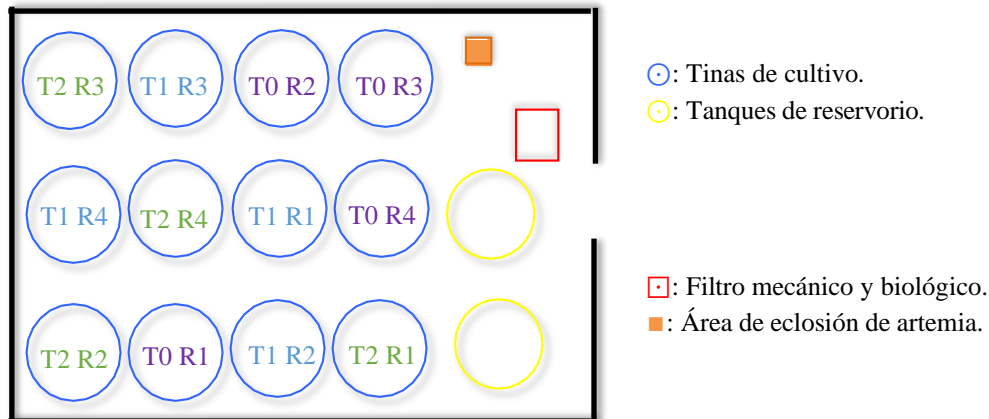


Figura 1. Plano de las instalaciones

3.5. Población y muestra

La población fue constituida por el total de larvas de camarón *Macrobrachium rosenbergii*, siendo 48 millares obtenidas de hembras reproductoras de los estanques de cultivo de la granja “**Peruvian Prawns**” - Bello Horizonte; la muestra estuvo conformada por 4 millares de larvas que fueron colocadas en 12 tinas de plástico de capacidad máxima de 50 litros.

3.6. Técnicas e instrumento de recolección de datos

Las técnicas empleadas para la recolección de datos fueron la observación detallada de la morfología y el comportamiento de las larvas. De igual manera, se monitorearon constantemente los diversos parámetros físico-químicos para asegurar las condiciones óptimas del agua.

Dentro de los instrumentos, para el registro de la calidad larval, índice de estadio larval y sobrevivencia se utilizaron fichas de control específicas para cada variable mencionada. Se empleó también un microscopio óptico para realizar observaciones detalladas de las larvas. Y por último para el monitoreo de los parámetros del agua se utilizaron un pHmetro, termómetro digital, oxímetro, refractómetro, kit de reactivos para detectar la presencia de amonio y nitritos. Todos los datos recolectados fueron registrados en las fichas correspondientes.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos recolectados fueron procesados en hojas de cálculo de Microsoft Excel, además se generaron gráficos descriptivos para una mayor visualización, posteriormente fueron analizados y procesados dentro de un software estadístico.

3.8. Tratamiento estadístico

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para la variable dependiente “Índice de Estadio Larval” debido a su naturaleza continua y su distribución normal, mientras que las variables “Calidad Larval y Sobrevivencia” fueron evaluadas mediante la prueba de Kruskal-Wallis, dada su distribución no normal, en caso de encontrarse diferencias significativas se aplicaron pruebas post hoc. Este enfoque permitió examinar el efecto del fotoperiodo sobre las variables mencionadas. Todos los análisis estadísticos fueron realizados mediante el software SPSS Statistics Base (v.26).

3.9. Orientación ética, filosófica y epistemológica

Orientación ética: La investigación con larvas de *Macrobrachium rosenbergii* se llevó a cabo siguiendo los principios éticos de respeto a la vida animal. Se garantizó el bienestar de los organismos de estudio y se minimizó cualquier posible sufrimiento durante el proceso experimental. Todos los datos recolectados fueron tratados con imparcialidad y objetividad.

Orientación filosófica: La investigación se fundamenta en una perspectiva realista y positivista, entendiendo que el conocimiento sobre el desarrollo y la calidad larval de *Macrobrachium rosenbergii* se obtiene a través de la observación y la medición objetiva de los fenómenos biológicos. Esta orientación filosófica influye en la metodología cuantitativa utilizada y en la interpretación de los resultados obtenidos.

Orientación epistemológica: Desde una posición epistemológica realista, se entiende que el conocimiento sobre el desarrollo larval de *Macrobrachium rosenbergii* se construye a partir de la realidad objetiva y los patrones biológicos inherentes a la especie. Esta posición epistemológica ha guiado la selección de la metodología y las técnicas de investigación utilizadas, garantizando la validez y fiabilidad de los resultados obtenidos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Descripción del trabajo de campo y/o laboratorio

4.1.1. Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se desarrolló en las instalaciones de la Granja Acuícola Peruvian Prawns – San Miguel, con coordenadas $6^{\circ}31'09.2''S$ $76^{\circ}18'24.0''W$, ubicada en el centro poblado Bello Horizonte, distrito de La Banda de Shilcayo, provincia de San Martín, región San Martín.



Figura 2. Área de estudio-Granja Peruvian Prawns

4.1.2. Descripción de las instalaciones

Las larvas de *Macrobrachium rosenbergii* utilizadas en el estudio fueron recolectadas de los tanques de desove de la granja “Peruvian Prawns”. Estas larvas se distribuyeron en tres tratamientos diferentes, cada uno con cuatro repeticiones.

Se emplearon 12 tinas circulares (Anexo 1), con una capacidad máxima de 50 litros de agua, cada una. Este estudio incorporó un sistema de recirculación estática o de recambio intermitente, este sistema se apoyó en un filtro que integraba métodos mecánicos y biológicos (Anexo 2), garantizando así la calidad óptima del agua. Adicionalmente, el sistema de las unidades experimentales incluyó:

- Aireación constante: Se mantuvo una aireación continua por una compresora de aire para asegurar niveles óptimos de oxígeno en el agua.
- Iluminación artificial: Se utilizó iluminación proporcionada por 6 luces LED, y así mantener distintos fotoperiodos para los organismos de estudio.
- Tanques de reservorio: Se dispusieron tres tanques adicionales destinados al almacenamiento y suministro de agua.

4.1.3. Proceso de cultivo

Este experimento tuvo una duración de 35 días (20 de diciembre del 2023 al 23 de enero del 2024). Las larvas fueron distribuidas en 12 unidades experimentales, que consistieron en tinas circulares con un volumen de agua de 40 litros, las cuales fueron sembradas a una densidad de 100 larvas/litro. Cada tratamiento tuvo 2 luces LED, de 1 m de largo, como fuente de iluminación artificial. Las luces se instalaron a lo largo de las tinas a una altura de 40 cm de la superficie del agua. Para garantizar que los tratamientos que requerían oscuridad la obtuvieran adecuadamente, se utilizó un plástico de color negro para cubrir las unidades experimentales durante el periodo de oscuridad correspondiente a cada tratamiento. Durante el experimento, fueron alimentadas diariamente con nauplios de

Artemia salina con una frecuencia de dos veces al día (al inicio de las horas luz y al finalizar). Además, se les suministro un alimento complementario en forma de flan, el cual fue preparado con filete de pescado, huevos, betaina y premix vitamínico, siguiendo un régimen de alimentación *ad libitum* (a saciedad), la alimentación se realizó exclusivamente durante las horas luz. Por otro lado, la limpieza de las tinas se realizó diariamente mediante el sifoneo de las heces, larvas muertas del fondo, mudas de las larvas en la superficie y residuos de alimento no consumido. Esta limpieza se complementó con un recambio de agua del 50% realizado de manera interdiaria.

Para la evaluación del efecto del fotoperiodo en el cultivo larval, se establecieron tres tratamientos distintos:

- En el (**T0**) o grupo control, se mantuvo un ciclo de luz artificial de 14 horas, seguidas de 10 horas de oscuridad, abarcando desde las 6 am hasta las 8 pm.
- En el (**T1**), se implementó un ciclo de luz artificial de 12 horas, seguidas de 12 horas de oscuridad, desde las 6 am hasta las 6 pm.
- Finalmente, en el (**T2**), se redujo el ciclo de luz artificial a 6 horas, seguidas de 6 horas de oscuridad, comprendiendo desde las 6 am hasta las 12 pm.

4.1.4. Registro de los parámetros de la calidad de agua

Se registraron diariamente datos de la temperatura, pH, oxígeno disuelto, salinidad. También se midió la presencia de amonio y nitritos mediante un kit de reactivos JBL. En la siguiente tabla se muestra la frecuencia y los equipos utilizados para la medición de los parámetros físico-químicos del agua.

Se realizó un monitoreo continuo de estos parámetros durante todo el ciclo de cultivo.

Los datos obtenidos se utilizaron para tomar decisiones que aseguraran que las larvas permanecieran dentro de los rangos óptimos de calidad del agua.

Tabla 5. Equipos y frecuencia de medición de los parámetros

Parámetro	Unidades	Frecuencia	Equipo
Temperatura	°C	2 veces al día	Termómetro digital
pH	-	Diaria	pHmetro
Oxígeno Disuelto	ppm	Diaria	Oxímetro
Salinidad	ppm	Diaria	Refractómetro
Amonio y Nitritos	ppm	Diaria	Kit Colorimétrico JBL

4.1.5. Evaluación de la calidad larval

La calidad larval fue evaluada mediante la observación detallada de la morfología y el comportamiento de las larvas. Se empleó un microscopio óptico con aumentos de 4x y 10x. La calificación de la calidad larval se realizó utilizando los indicadores y criterios de evaluación propuestos por (Tayamen & Brown, 1999), con modificaciones que se detallan en la Tabla 6. De los once indicadores mencionados para evaluar la calidad larval, en la presente investigación se decidió analizar solo cuatro de ellos. Esto debido que son los más relevantes en el presente estudio por su rápida observación y que estas características se presentan dentro de todos los estadios larvales.

Tabla 6. Indicadores y criterios de evaluación para identificar el índice de calidad larval para *M. rosenbergii*

Indicadores	SCORE		
	0	1	2
1 Contenido de lípidos intestinales (estado del hepatopáncreas)	Las larvas parecen delgadas; no hay glóbulos lipídicos visibles.	Glóbulos muy pequeños visibles en la glándula digestiva.	Glóbulos en la glándula digestiva visiblemente llenos.
2 Coloración corporal	Apariencia ploma/azulado oscuro en el segmento abdominal.	Apariencia moderada de naranja claro en el segmento abdominal.	Apariencia ambar, naranja, rojo tostado en el segmento abdominal.
3 Comportamiento natatorio	Movimiento lento, errático	Movimiento moderado con la cabeza al revés.	Movimiento rápido, como saltar
4 Respuesta fotopositiva	Sin respuesta	Respuesta positiva lenta	Respuesta positiva Rápida.

Fuente: (Tayamen & Brown, 1999)

Se obtuvo el puntaje de cada característica y el promedio permitió calificar cuantitativamente la calidad de las larvas. En la siguiente tabla se observa el Índice de Calidad Larval, mediante el promedio y el grado de calidad.

Tabla 7. Valoración del índice de calidad larval

Índice de Calidad Larval	
Promedio	Grado de Calidad
2	Muy bueno
1-1,9	Bueno
0-0,9	Malo

Fuente: (Tayamen & Brown, 1999).

4.1.6. Cálculo del índice de estadio larval

Para determinar el Índice de Estadio Larval (IEL) se tomaron muestras diarias compuestas por diez larvas de cada tina. Estas muestras fueron observadas bajo un microscopio óptico, utilizando aumentos de 4x y 10x.

El objetivo era identificar el estadio larval (Anexo 3) de cada muestra siguiendo la Tabla 3 presentada por (Uno & Kwon, 1969), y se registró el número de larvas en cada estadio.

El cálculo del IEL se llevó a cabo utilizando el método del promedio ponderado. En este método, se sumó el producto del número de larvas en cada estadio por su respectivo número de estadio larval, y la suma total de estos productos se dividió entre el número total de larvas muestreadas, tal como describe (Manzi *et al.* 1977).

$$IEL = \frac{\Sigma (N^{\circ} \text{ larvas en cada estadio} \times N^{\circ} \text{ de estadio larval})}{N^{\circ} \text{ total de larvas en la muestra}}$$

4.1.7. Determinación de la sobrevivencia larval

Los conteos de larvas se llevaron a cabo cada 5 días. Tal como lo menciona (Zaga Alarcón, 2019) el protocolo de conteo de larvas consistió en tomar una muestra de 1 litro de agua de cada tina, previamente homogenizado, para lograr la homogenización, se realizaron movimientos circulares utilizando las manos. Posteriormente, se procedió al conteo de larvas en cada muestra. A partir de los resultados obtenidos, se calculó un promedio y se determinó el número total de larvas presentes en cada tina.

Para el conteo final, se realizó un conteo total de todas las postlarvas por tina.

4.2. **Presentación, análisis e interpretación de resultados**

4.2.1. **Parámetros de la calidad de agua**

Los resultados de la evaluación de los parámetros de calidad de agua para el sistema de cultivo utilizado (recirculación estática), se presentan en (Anexos 4,5 y 6) respectivamente.

Los parámetros se mantuvieron dentro de lo recomendado para larvas de *M. rosenbergii*. Estos resultados muestran que los tres tratamientos (T0, T1 y T2) presentan

una alta consistencia y estabilidad en los parámetros de calidad del agua, lo cual es fundamental para el mantenimiento de un ambiente acuático saludable.

La temperatura se mantuvo en un rango estrecho de 28°C a 30°C, proporcionando un entorno adecuado. El pH se mantuvo entre 7.4 y 8.4, lo que indica condiciones ligeramente alcalinas, ideales para larvas de *M. rosenbergii*. Los niveles de oxígeno disuelto, fluctuando entre 6.3 mg/L y 7.0 mg/L, fueron suficientes para soportar la vida acuática, mientras que la salinidad constante de 14 ups asegura un ambiente estable en términos de concentración de sales. Los niveles de amonio mostraron un ligero incremento a partir del día 11, alcanzando 0.1 mg/L, lo que indica una acumulación gradual de desechos orgánicos, pero se mantuvieron dentro de un rango aceptable. Los niveles de nitrito permanecieron consistentemente bajos (<0.01 mg/L), sugiriendo un ciclo de nitrógeno eficiente.

Los parámetros de calidad del agua en los tres tratamientos fueron adecuados y estables, proporcionando un entorno propicio para la sobrevivencia y desarrollo de las larvas.

4.2.2. Calidad larval

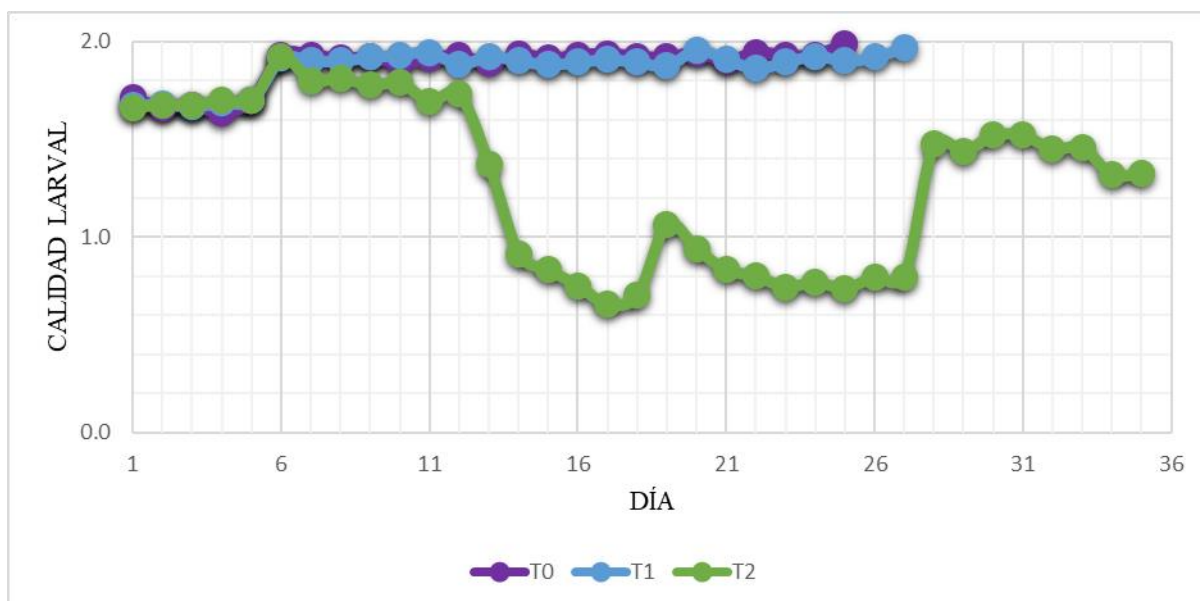


Figura 3. Resultados de la calidad larval bajo diferentes condiciones de fotoperiodo estudiados durante todo el experimento

La Figura 3, presenta los diferentes tratamientos T0 (14h luz/ 10h oscuridad), T1 (12h luz/ 12h oscuridad) y T2 (6h luz/ 6h oscuridad) y muestra como varía la calidad larval a lo largo del tiempo en cada uno de ellos.

A partir del día 6, se observa que la calidad larval en T0 y T1 aumenta a 1.9 y se mantiene constante con ligeras fluctuaciones. En contraste, T2 muestra una tendencia decreciente a partir del día 11, disminuyendo de 1.7 a 0.7 en el día 23. Se observa que T0 y T1 mantienen una calidad larval estable y alta, finalizando con un índice de calidad larval de 2 en ambos casos. En cambio, T2 presenta una disminución notable, concluyendo con un promedio de 1.3, lo que sugiere una posible relación con la menor exposición diaria a la luz. Tanto T0 como T1 muestran una calidad larval consistente y relativamente alta (1.9 a 2), por el contrario, T2 muestra una disminución notable en la calidad larval, lo cual podría indicar que una menor exposición diaria a la luz (6 horas) puede ser perjudicial.

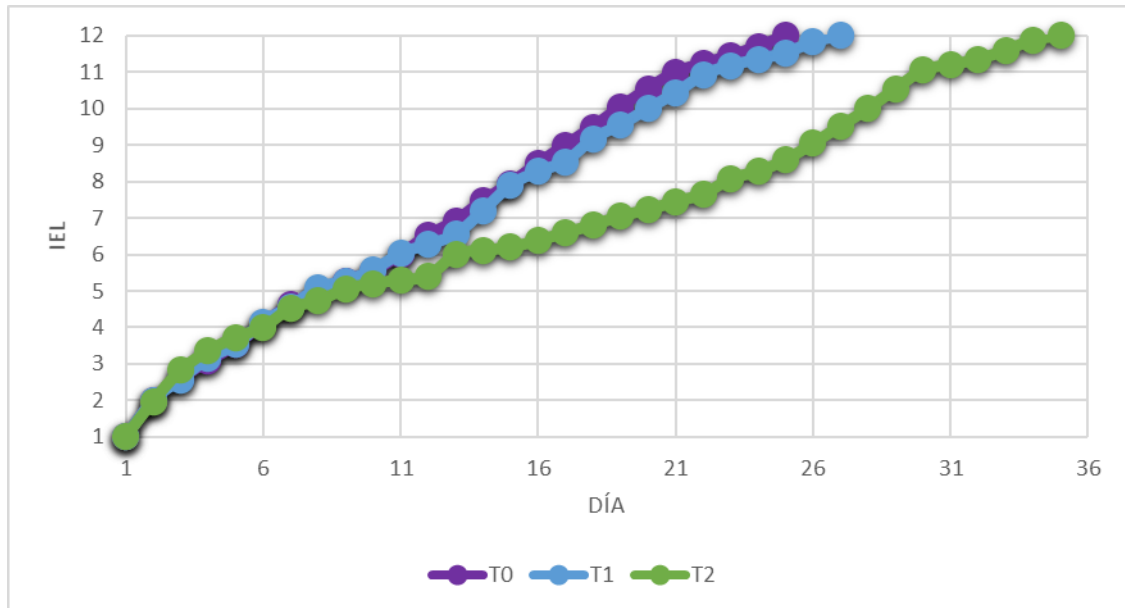
4.2.3. Índice de estadio larval

Los resultados del Índice de Estadio Larval (IEL) hallados durante la evaluación se muestran en la Tabla 8:

Tabla 8. Índice de Estadio Larval de *M. rosenbergii* bajo diferentes condiciones de fotoperiodo estudiados durante todo el experimento

Índice de Estadio Larval			
Día	T0	T1	T2
1	1	1	1
2	2	2	2
3	2.6	2.6	2.8
4	3.1	3.2	3.4
5	3.5	3.5	3.7
6	4.1	4.2	4
7	4.6	4.6	4.5
8	5	5.1	4.7
9	5.3	5.3	5.1
10	5.6	5.6	5.2
11	6	6	5.3
12	6.5	6.3	5.4
13	6.9	6.6	6
14	7.5	7.2	6.1
15	8	7.9	6.2
16	8.5	8.3	6.4
17	9	8.6	6.6
18	9.5	9.2	6.8
19	10.1	9.6	7.1
20	10.6	10	7.2
21	11	10.4	7.5
22	11.2	10.9	7.7
23	11.5	11.2	8.1
24	11.7	11.4	8.3
25	12	11.5	8.6
26		11.8	9.1
27		12	9.5
28			10
29			10.6
30			11.1
31			11.2
32			11.4
33			11.6
34			11.9
35			12

Figura 4. Índice de estadio larval de *M. rosenbergii*



En la Figura 4, se observa que el Índice de Estadio Larval (IEL) es muy similar para T0, T1 y T2. A partir del día 4, el T0 (14h luz/10h oscuridad) y T1 (12h luz/12h oscuridad) muestran un crecimiento continuo y más rápido en comparación con T2 (6h luz/6h oscuridad). Por ejemplo, para el día 25, el Índice de Estadio Larval es 12 para T0, 11.5 para T1 y 8.6 para T2.

4.2.4. Supervivencia

Tabla 9. Número y porcentaje de supervivencia larval de *M. rosenbergii* durante el ciclo productivo evaluado

DÍA	SOBREVIVENCIA					
	T0		T1		T2	
	N°	%	N°	%	N°	%
1	4000	100%	4000	100%	4000	100%
5	3788	95%	3525	88%	3600	90%
10	3616	90%	3325	83%	2150	54%
15	3048	76%	2956	74%	1526	38%
20	2500	63%	2100	53%	1180	30%
25	1613	40%	1600	40%	962	24%
27			1475	37%		
30					669	17%
35					195	5%

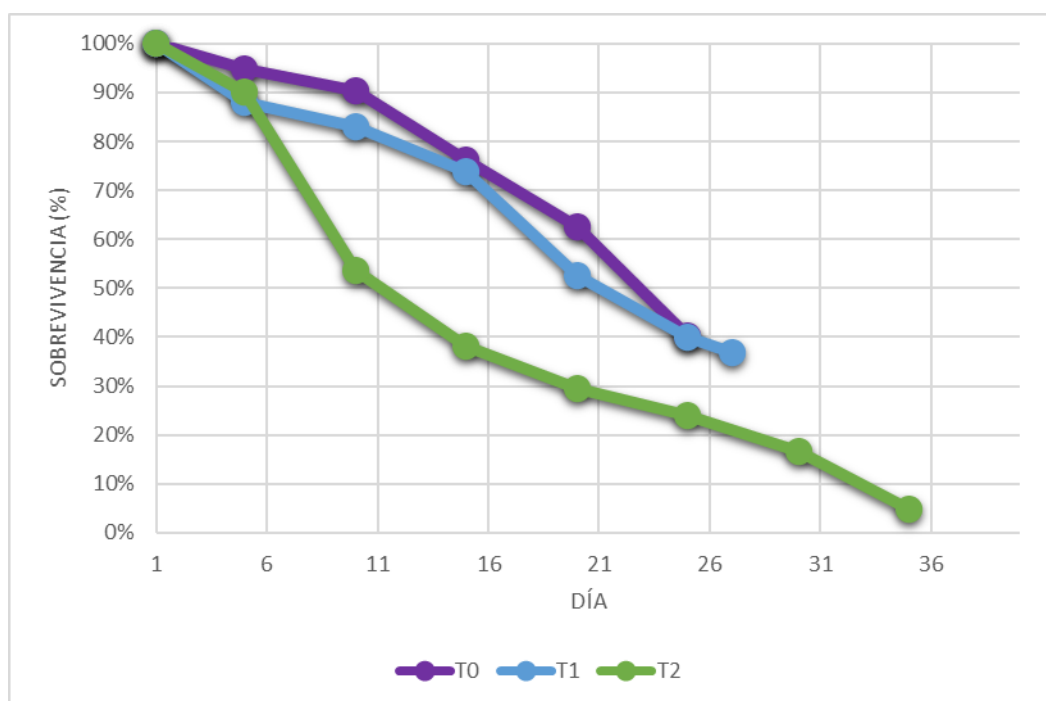


Figura 5. Porcentaje de supervivencia larval a lo largo de los días (%)

En la Figura 5 se presentan los valores porcentuales promedio de la supervivencia para los tres tratamientos: 40% (T0), 37% (T1) y 5% (T2). Numéricamente el mayor valor de supervivencia se presentó en el tratamiento T0 seguido por T1.

En el día 1, todos los tratamientos (T0, T1, T2) comenzaron con 4000 larvas, representando el 100% de sobrevivencia. A partir del día 5, se observa una disminución en la cantidad larval en todos los tratamientos, variando según las diferentes condiciones de luz.

La sobrevivencia en T0 (14h luz/10h oscuridad) muestra una disminución gradual y constante, para el día 25, la sobrevivencia es del 40%. El T1 también muestra una disminución constante similar a T0, pero con un menor porcentaje de sobrevivencia de 37% al día 27. En comparación con T0 y T1, la sobrevivencia en T2 disminuye rápidamente, alcanzando el 24% al día 25, y continúa disminuyendo hasta alcanzar solo el 5% al día 35.

Con esto se podría inferir que, una mayor exposición a la luz diaria parece proporcionar un ambiente más favorable para la sobrevivencia de *Macrobrachium rosenbergii*, mientras que una menor cantidad de luz diaria (T2) es menos favorable y resulta en una alta mortalidad.

4.3. Prueba de hipótesis

De acuerdo con el objetivo general establecido de, determinar el efecto del fotoperiodo en el cultivo larval del camarón gigante de Malasia *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas, se planteó la siguiente hipótesis general: El fotoperiodo tiene un efecto significativo en el cultivo larval de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas.

Una vez establecida la hipótesis hemos analizado los datos obtenidos, mediante la prueba Kruskal-Wallis y ANOVA según corresponda, con el fin de detectar diferencias estadísticamente significativas entre los grupos o tratamientos evaluados. A continuación, procedemos a desarrollar cada una de las hipótesis específicas:

HIPÓTESIS A:

Ho: El fotoperiodo no tiene un efecto significativo en la calidad larval de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas.

Ha: El fotoperiodo tiene un efecto significativo en la calidad larval de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas.

1. Nivel de significancia alfa: $\alpha=0.05$

2. Prueba estadística:

Para determinar la presencia de diferencias significativas en la variable “Calidad Larval” entre los distintos tratamientos, se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (los datos no siguen una distribución normal)

3. Regla de Decisión:

Si p-valor <0.05 se rechaza la Ho

4. Hallando el p-valor:

Tabla 10. Resumen de prueba de Kruskal-Wallis de muestras independientes

Estadístico de prueba	48,656 ^a
Grado de libertad	2
Sig. asintótica	,000

5. Toma de Decisión:

En la tabla se observa un valor de significancia (P-valor) de 0.000, el cual es menor al nivel de significancia establecido $\alpha=0.05$. Por lo tanto, se rechaza la Ho y se acepta la Ha.

6. Conclusión:

Existen suficientes evidencias estadísticas para concluir que el fotoperiodo influye significativamente en la calidad larval de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones

controladas. Esta prueba nos permitió detectar diferencias generales entre los tratamientos, esta información se muestra en la siguiente figura:

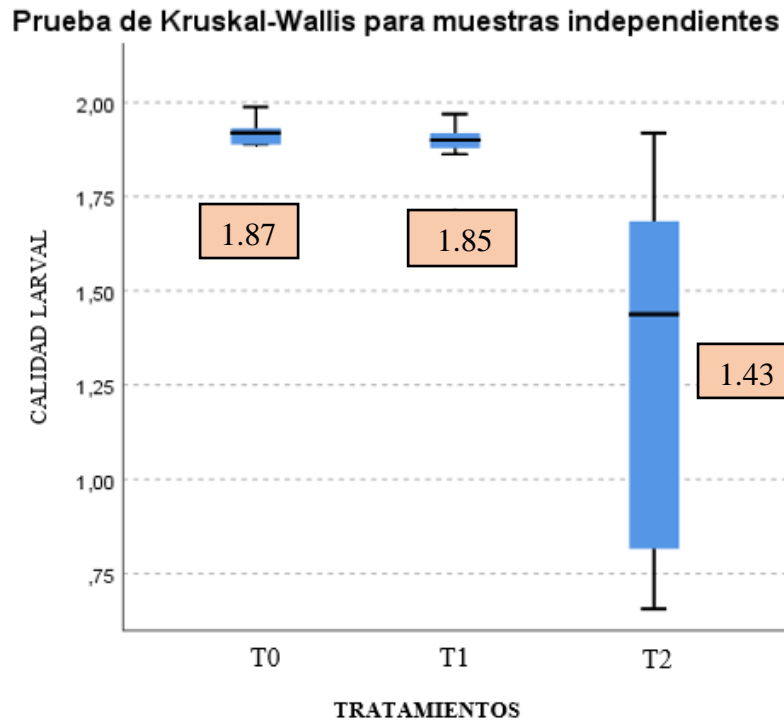


Figura 6. Gráfico de calidad larval y tratamientos

Posteriormente, para identificar cuales tratamientos específicos eran diferentes entre sí y evitar errores debido a múltiples comparaciones, aplicamos la prueba post hoc de Bonferroni para comparaciones por parejas. Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 11. Comparaciones por parejas de tratamiento

Comparaciones por parejas de tratamiento			
Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
T2-T1	34.697	0.000	0.000
T2-T0	41.771	0.000	0.000
T1-T0	7.074	0.313	0.938

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se visualizan las significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

La prueba post hoc de Bonferroni muestra que hay diferencias significativas entre los tratamientos T2 (6h luz/6h oscuridad) y T1 (12h luz/12h oscuridad), así como entre T2 y T0 (14h luz/10h oscuridad), con un valor ajustado de significancia menor a 0.05. No se encontró diferencias significativas entre los tratamientos T1 y T0.

HIPÓTESIS B:

Ho: El fotoperiodo no tiene un efecto significativo en el índice de estadio larval (IEL) de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas.

Ha: El fotoperiodo tiene un efecto significativo en el índice de estadio larval (IEL) de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas.

1. Nivel de significancia alfa: $\alpha=0.05$

2. Prueba estadística:

Para determinar la presencia de diferencias significativas en la variable de “Índice de Estadio Larval” entre los distintos tratamientos, se realizó la prueba de ANOVA ya que los datos siguen una distribución normal.

3. Regla de Decisión:

Si p-valor <0.05 se rechaza la Ho

4. Hallando el p-valor:

Tabla 12. Prueba ANOVA

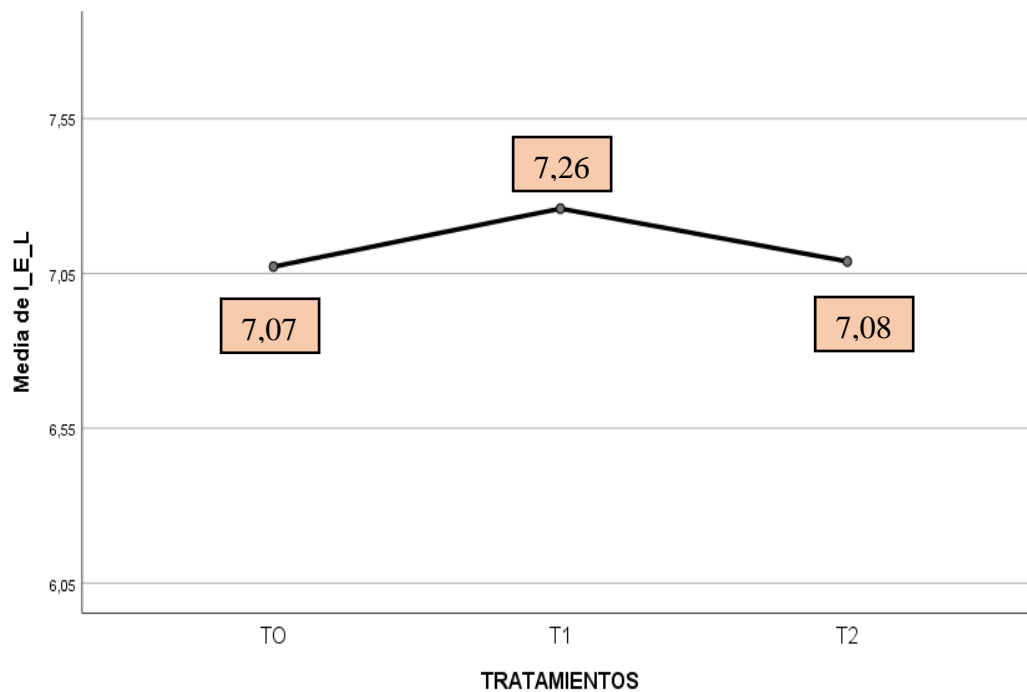
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.543	2	0.272	0.027	0.974
Dentro de grupos	856.324	84	10.194		

5. Toma de Decisión:

En la tabla se observa un valor de significancia (P-valor) de 0.974, superior al nivel de significancia establecido $\alpha=0.05$. Por lo tanto, se acepta la Ho y se rechaza la Ha.

6. Conclusión:

Se puede afirmar estadísticamente que el fotoperiodo no tiene un efecto significativo en el índice de estadio larval (IEL) de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas. Esta información se muestra en la siguiente figura:



HIPÓTESIS C:

H₀: No existe un tratamiento de fotoperiodo que tenga un resultado significativamente mejor sobre la sobrevivencia larval de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas.

H_a: Existe un tratamiento de fotoperiodo que tiene un resultado significativamente mejor sobre la sobrevivencia larval de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas.

1. Nivel de significancia alfa: $\alpha=0.05$

2. Prueba estadística:

Para determinar la presencia de diferencias significativas en la variable “Sobrevivencia” entre los distintos tratamientos, se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (los datos no siguen una distribución normal)

3. Regla de Decisión:

Si p-valor <0.05 se rechaza la H_0

4. Hallando el p-valor:

Tabla 13. Resumen de prueba de Kruskal-Wallis de muestras independientes

Estadístico de prueba	20,979 ^a
Grado de libertad	2
Sig. asintótica	,000

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se visualizan las significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

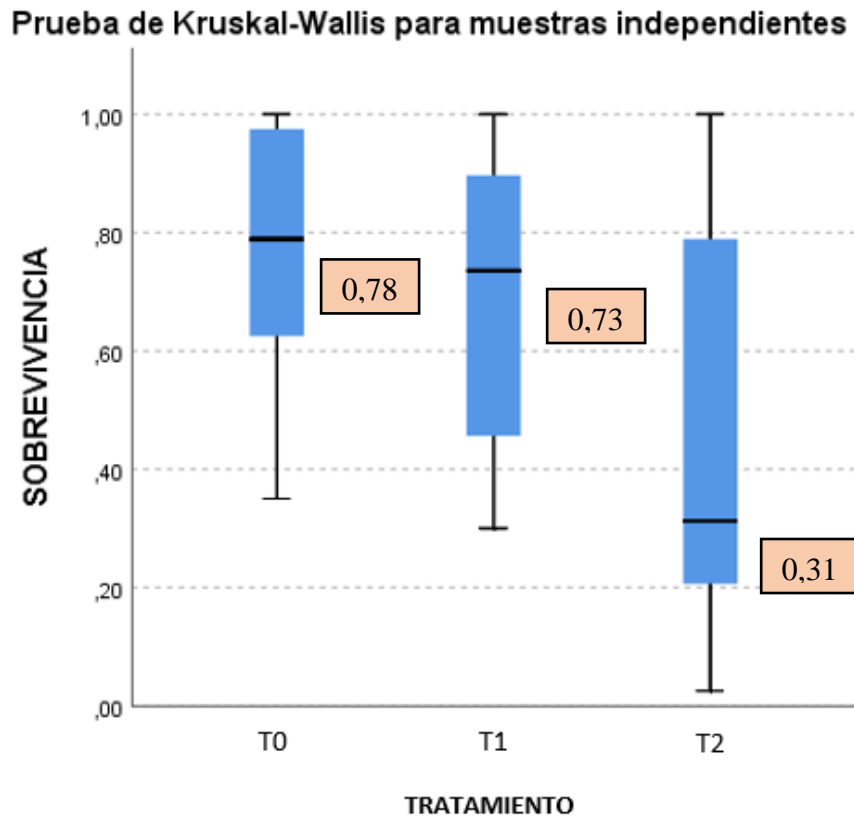
5. Toma de Decisión:

En la tabla se observa un valor de significancia (P-valor) de 0.000, el cual es menor al nivel de significancia establecido $\alpha=0.05$. Por lo tanto, se rechaza la H_0 y se acepta la H_a .

6. Conclusión:

Existen suficientes evidencias estadísticas para concluir que, existe un tratamiento de fotoperiodo que tiene un resultado significativamente mejor sobre la sobrevivencia larval de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas. Esta prueba nos permitió detectar diferencias generales entre los tratamientos, esta información se muestra en la siguiente figura:

Figura 7. Gráfico de sobrevida y tratamientos



Posteriormente, para identificar cuales tratamientos específicos eran diferentes entre sí y evitar errores debido a múltiples comparaciones, aplicamos la prueba post hoc de Bonferroni para comparaciones por parejas. Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 14. Comparaciones por parejas de tratamiento

Comparaciones por parejas de tratamiento			
Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
T2-T1	22.173	0.002	0.005
T2-T0	32.188	0.000	0.000
T1-T0	10.014	0.186	0.557

La prueba post hoc de Bonferroni muestra que hay diferencias significativas entre los tratamientos T2 (6h luz/6h oscuridad) y T1 (12h luz/12h oscuridad), así como entre T2 y T0 (14h luz/10h oscuridad), con un valor ajustado de significancia menor a 0.05. No se encontró diferencias significativas entre los tratamientos T1 y T0.

4.4. Discusión de resultados

De acuerdo con los resultados obtenidos y demostrados por las pruebas estadísticas, se encontró que el fotoperiodo tiene un efecto significativo en el cultivo larval de *Macrobrachium rosenbergii*. Este hallazgo concuerda con lo reportado por (Santos, 2020; Souza *et al.*, 2020; Wei *et al.*, 2021; Tao *et al.*, 2021; Ferrer, 2018; Bernaola Sicha, 2021; Talavera, 2022; Ma *et al.*, 2021; Engin, 2022; Zhao *et al.*, 2023; Reni & Handayani, 2023), quienes también encontraron que el fotoperiodo influye significativamente en el cultivo larval de esta especie, entre otras. Los resultados de este estudio fortalecen la idea de que el fotoperiodo es un factor crucial para optimizar las condiciones de cultivo de *M. rosenbergii*.

Hipótesis específica 1: El fotoperiodo tiene un efecto significativo en la calidad larval de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas.

Los resultados en este estudio muestran que el fotoperiodo influye significativamente en la calidad larval de *Macrobrachium rosenbergii*. Este hallazgo es consistente con lo que sostienen (Wei *et al.*, 2021) y (Tao *et al.*, 2021), quienes reportaron que los mejores rendimientos se obtuvieron con un fotoperiodo prolongado, es decir con más horas luz (12h oscuridad/12h luz y 24h luz/0h oscuridad). Aunque estos autores se refieren específicamente a la productividad larval, es razonable inferir que una mayor productividad larval está asociada con una mejor calidad larval.

Hipótesis específica 2: El fotoperiodo no tiene un efecto significativo en el índice de estadio larval de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas.

En contraste con la calidad larval, no se encontraron diferencias significativas en el índice de estadio larval (IEL) entre los diferentes tratamientos de fotoperiodo. Esto difiere de los hallazgos de (Wei *et al.*, 2021; Tao *et al.*, 2021; Santos, 2020; Ma *et al.*, 2021; Zhao *et al.*, 2023) quienes reportaron que un mejor desarrollo larval se logró con fotoperiodos de 24h luz/ 0h oscuridad, 18h luz, 20h luz/4h oscuridad y 12h luz/ 12h oscuridad. En el presente estudio el IEL se mantuvo similar entre los diferentes tratamientos, lo que sugiere que, bajo nuestras condiciones experimentales, el fotoperiodo no tiene un impacto significativo en el desarrollo larval.

Hipótesis específica 3: Existe un tratamiento de fotoperiodo que tiene un resultado significativamente mejor sobre la sobrevivencia larval de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas.

Los resultados muestran que el fotoperiodo tiene un efecto significativo en la sobrevivencia larval de *M. rosenbergii*. Este hallazgo coincide con lo reportado por (Santos, 2020; Souza *et al.*, 2020; Wei *et al.*, 2021; Tao *et al.*, 2021; Bernaola Sicha, 2021; Talavera, 2022; Engin, 2022; Reni & Handayani, 2023) que también observaron una mejor sobrevivencia con fotoperiodos prolongados de 12h luz/12h oscuridad, 18h luz/6h oscuridad, 18h luz/18h oscuridad y 24h luz/0h oscuridad. En el presente estudio, los tratamientos con una mayor duración de luz resultaron en sobrevivencias significativamente más altas, lo cual subraya la importancia de optimizar el fotoperiodo para mejorar la viabilidad de las larvas.

CONCLUSIONES

1. En relación con el objetivo general denominado “Determinar el efecto del fotoperiodo en el cultivo larval de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas”, se determinó que existe un efecto significativo del fotoperiodo en el cultivo larval de *M. rosenbergii*. Este efecto se refleja en varias de las variables estudiadas, confirmando la hipótesis general planteada en esta investigación.
2. Por otro lado, en base al objetivo específico 1: “Determinar el efecto del fotoperiodo en la calidad larval de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas”, se encontró que el fotoperiodo influye significativamente en la calidad larval. El tratamiento T0 (14h luz/10h oscuridad) y el T1 (12h luz/12h oscuridad) resultaron en una mejor calidad larval, lo cual es consistente con estudios previos que sugieren que un fotoperiodo prolongado mejora diversos indicadores de calidad en el cultivo larval. Cabe destacar que el tratamiento T2 (6h luz/6h oscuridad) fue el que mostró una menor calidad larval, subrayando la importancia de un fotoperiodo adecuado.
3. A su vez, en base al objetivo específico 2: “Determinar el efecto del fotoperiodo en el índice de estadio larval (IEL) de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas”, no se encontraron diferencias significativas en el IEL entre los distintos tratamientos de fotoperiodo. Este hallazgo sugiere que, bajo las condiciones experimentales de este estudio, el fotoperiodo no tiene un impacto significativo en el desarrollo larval medido por el IEL. Esto contrasta con algunos estudios previos que reportaron un mejor desarrollo con fotoperiodos prolongados.

4. También en base al objetivo específico 3: “Determinar cuál de los tratamientos tendrá mejor resultado sobre la sobrevivencia larval de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones controladas”, se determinó que el tratamiento T0 (14h luz/10h oscuridad), seguido del T1 (12h luz/12h oscuridad), tuvieron un mejor porcentaje de sobrevivencia larval. Este resultado indica que un fotoperiodo de 14 horas de luz es más favorable para la sobrevivencia de las larvas en condiciones controladas, lo cual coincide con algunos estudios que destacan la importancia de un fotoperiodo adecuado para mejorar la sobrevivencia en el cultivo larval. Nuevamente, el tratamiento T2 (6h luz/6h oscuridad) fue el que mostró el menor porcentaje de sobrevivencia, subrayando que un fotoperiodo reducido no es beneficioso para la sobrevivencia larval.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar fotoperiodos con prolongadas horas de luz, pero también con suficientes horas de oscuridad, que eviten el estrés y promuevan la salud, el crecimiento y la sobrevivencia larval.
- Para la calidad y sobrevivencia larval, se recomienda utilizar un fotoperiodo de 14 horas de luz seguidas de 10 horas de oscuridad (T0). Este fotoperiodo ha demostrado ser efectivo para asegurar condiciones ideales que favorecen la productividad y la sobrevivencia larval, contribuyendo el éxito continuo del cultivo. Además, en este fotoperiodo no existe un consumo exagerado de energía eléctrica.
- Dado que el efecto del fotoperiodo en el índice de estadio larval (IEL) no fue significativo en este estudio, se recomienda investigaciones adicionales para explorar más a fondo esta relación y entender mejor cómo podría variar en diferentes contextos o condiciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado Espinoza, W. A. (2018). Evaluación preliminar del índice de condición de zoea , como herramienta de control en larvicultura del camarón *Macrobrachium amazonicum* (Heller , 1862). 7–35. <https://convite.cenditel.gob.ve/revistaclac/index.php/revistaclac/article/view/940>
- Ashley, P. J., Sneddon, L. U., & McCrohan, C. R. (2006). Properties of corneal receptors in a teleost fish. *Neuroscience Letters*, 410(3), 165–168. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2006.08.047>
- Baloi, M., Arantes, R., Schweitzer, R., Magnotti, C., & Vinatea, L. (2013). Performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* raised in biofloc systems with varying levels of light exposure. *Aquacultural Engineering*, 52, 39–44. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2012.07.003>
- Bernaola Sicha, B. N. (2021). Influencia del fotoperiodo sobre el crecimiento de alevinos de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) en cultivo intensivo. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5247>
- Boeuf, G., & Le Bail, P. Y. (1999). Does light have an influence on fish growth? *Aquaculture*, 177(1–4), 129–152. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00074-5](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00074-5)
- Bromage, N., Porter, M., & Randall, C. (2001). The environmental regulation of maturation in farmed finfish with special reference to the role of photoperiod and melatonin. *Aquaculture*, 197(1–4), 63–98. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00583-X](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00583-X)
- D’Abramo, L. R., Ohs, C. L., Fondren, M. W., Steeby, J. A., & Posadas, B. C. (2003). Culture of Freshwater Prawns in Temperate Climates: Management Practices and Economics. *Bulletin* 1138, August, 23.

<http://fisheries.tamu.edu/files/2013/09/Culture-of-Freshwater-Prawns-in-Temperate-Climates-Management-Practices-and-Economics.pdf>

Daniels W.H., D'abramo L.R., & De Parseval L. (1992). Design and management of a closed recirculating clearwater hatchery system for freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii* De Man 1879. *Journal of Shellfish Research* , 11(1), 65–73. <https://eurekamag.com/research/007/187/007187430.php>

Engin, S. (2022). The First Commercially-Scaled Study on the Influence of Long Dark and Light Photoperiod Manipulation on the Egg and Larvae Performance of Rainbow Trout (*Onchorhynchus mykiss*). 38(1), 196–203. <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-21-00056.1>

FAO. (2004). Programa de información de especies acuáticas *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879). *Programa de Información de Especies Acuáticas Oreochromis*, 9(10), 11–15. http://www.revistaaquatic.com/aquatic/pdf/34_3.pdf

Ferrer, E. B. L. (2018). Influencia del fotoperiodo en el desarrollo embrionario del camaron de rio *Cryphiops caementarius* (Molina 1782); en condiciones de laboratorio. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/3591>

Fleckenstein, L. J., Tierney, T. W., Fisk, J. C., & Ray, A. J. (2019). Effects of supplemental LED lighting on water quality and Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) performance in intensive recirculating systems. *Aquaculture*, 504(February), 219–226. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.01.066>

Jiao, L., Dai, T., Tao, X., Lu, J., & Zhou, Q. (2022). ¿Cómo impactan los ciclos de luz y oscuridad en los procesos fisiológicos del camarón blanco del Pacífico ? 1–7. <https://www.globalseafood.org/advocate/como-impactan-los-ciclos-de-luz-y-oscuridad-en-los-procesos-fisiologicos-del-camaron-blanco-del-pacifico/>

- Liew, H. J., Mhd, I., & Suhairi, M. (2021). Udang Galah (Giant Freshwater Prawn): Treasures of Terengganu River. <https://ohdbks.overdrive.com/ohdbks-clermont/content/media/9545020>
- Ma, H., Wei, P., Li, X., Liu, S., Tian, Y., Zhang, Q., & Liu, Y. (2021). Effects of photoperiod on growth, digestive, metabolic and non-special immunity enzymes of *Takifugu rubripes* larvae. *Aquaculture*, 542, 736840. <https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2021.736840>
- Ma, R., Wang, Y., Zhao, S., Yin, M., & Fang, W. (2020). The composition of the microbial community associated with *Macrobrachium rosenbergii* zoeae varies throughout larval development. *Journal of Fish Diseases*. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/jfd.13139>
- Manzi, J. J., Maddox, M. B., & Sandifer, P. (1977). Algal supplement enhancement of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) LARVICULTURE. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1749-7345.1977.tb00119.x>
- New, M. B. (2002). Farming freshwater prawns: a manual for the culture of the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). *FAO FISHERIES TECHNICAL PAPER*. https://www.researchgate.net/publication/284790017_Farming_freshwater_prawns_a_manual_for_the_culture_of_the_giant_river_prawn_Macrobrachium_rosenbergii
- New, M. B., & Singholka, S. (1984). Cultivo del camarón de agua dulce. Manual para el cultivo de *Macrobrachium rosenbergii*. FAO., http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=3350&shelfbrowse_itemnumber=3648
- New, M. B., Valenti, W. C., Tidwell, J., D'Abramo, L. R., & Kutty, M. N. (2010). Freshwater prawns: biology and farming. 544. <https://www.wiley.com/en-us/Freshwater+Prawns%3A+Biology+and+Farming-p-9781405148610>

- Nogueira, D. de B., Barros, T. F., Souza, L. S. B. de, Santos, W. R. dos, Araújo Júnior, G. do N., Souza, C. A. A. de, Jardim, A. M. da R. F., & Silva, T. G. F. da. (2021). Compreendendo a influência do fotoperíodo no cultivo de *Litopenaeus vannamei*: revisitando estudos realizados para o período de 2005-2020. *Research, Society and Development*, 10(10), e386101018667. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i10.18667>
- Nole Altamiza, J. H., & Herrera Calderón, R. (2016). Evaluación del fotoperíodo en el crecimiento y parámetros productivos del cultivo de alevines de tilapia nilótica *Oreochromis niloticus* [UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO]. <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/3445>
- Prieto Dueñas, C., Ganoza Chozo, F., & Gonzales Molina, L. (2021). Guía para obtención de post-larvas de *Macrobrachium* controlado. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/3529>
- Reni, R., & Handayani, L. (2023). Efektivitas pemberian photoperiod yang berbeda pada media pemeliharaan larva ikan papuyu (*Anabas testudineus*) terhadap laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup. *ZIRAA'AH MAJALAH ILMIAH PERTANIAN*, 48(1), 75–83. <https://doi.org/10.31602/ZMIP.V48I1.9494>
- Reynalte-Tataje, D., Luz, R. K., Meurer, S., Zaniboni-Filho, E., & De Oliveira Nuñez, A. P. (2002). Influência do fotoperíodo no crescimento e sobrevivência de pós-larvas de piracanjuba *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849) (Osteichthyes, Characidae). *Acta Scientiarum - Biological and Health Sciences*, 24(2), 439–443. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v24i0.2317>
- Santos, V. C. V. dos. (2020). Densidade de alimento vivo e fotoperíodo, para as larvas do camarão *Macrobrachium acanthurus* nos estágios iniciais do desenvolvimento ontogenético. *Penedo*. <https://ud10.arapiraca.ufal.br/repositorio/publicacoes/4389>

- Shulgina, N. S., Churova, M. V., Murzina, S. A., Krupnova, M. Y., & Nemova, N. N. (2021). The effect of continuous light on growth and muscle-specific gene expression in atlantic salmon (*Salmo salar* L.) yearlings. *Life*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/life11040328>
- Souza, M. P., Souza, L. S. B. de, Silva, U. L., Silva, T. G. F. da, Barros, T. F., & Nogueira, D. de B. (2020). A exposição ao fotoperíodo melhora as características biométricas de pós-larvas de *Litopenaeus vannamei*? *Agrarian and Biological Sciences*, 21(1), 1–9. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/9670/8577>
- Talavera, J. (2022). Evaluación del crecimiento y supervivencia de alevinos de *Oncorhynchus Mykiss* “Trucha arco iris” nacional e importada por efectos del fotoperíodo. 2–60. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/17864/Talavera_Herrera_Jose_Luis.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Tan, K., & Wang, W. (2022). The early life culture and gonadal development of giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*: A review. *Aquaculture*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848622004732>
- Tao, C. T., Khoa, T. N. D., Truyen, P. M., Hoa, N. V., An, C. M., & Hai, T. N. (2021). Effects of light intensity on growth and survival rate of freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) at larvae and postlarvae stages in biofloc system. *AAFL Bioflux*, 14(6), 3556–3565. <http://bioflux.com.ro/docs/2021.3556-3565.pdf>
- Tayamen, M., & Brown, J. H. (1999). A condition index for evaluating larval quality of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man 1879). *Aquaculture Research*, 30(11–12), 917–922. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.1999.00411.x>

- Tidwell, J. H., Porter, T., Weibel, C., Porter, P., Coyle, S., Durborow, R. M., & Dasgupta, S. (2002). The Malaysian Freshwater Prawn. *KSU Prawn Production Manual The*.
[https://www.ksuaquaculture.org/PDFs/ShrimpManual text Apr.pdf](https://www.ksuaquaculture.org/PDFs/ShrimpManual%20text%20Apr.pdf)
- Uno, Y., & Kwon, C. soo. (1969). Larval development of *Macrobrachium rosenbergii* (DE MAN) REARED IN THE LABORATORY. *Journal of the Tokyo University of Fisheries*, 55(2), 179–190.
<http://210.212.232.211:8080/jspui/bitstream/123456789/1462/1/184%20article%2034.pdf>
- Wang, F., Dong, S., Dong, S., Huang, G., Zhu, C., & Mu, Y. (2004). The effect of light intensity on the growth of Chinese shrimp *Fenneropenaeus chinensis*. *Aquaculture*, 234(1–4), 475–483. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.11.024>
- Wei, J., Tian, L., Wang, Y., Yu, L., & Zhu, X. (2021). Effects of salinity, photoperiod, and light spectrum on larval survival, growth, and related enzyme activities in the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*.
https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848620308851?fr=RR-2&ref=pdf_download&rr=7c8e9a334db1ef06
- Yong, A. S. K., Kawamura, G., Lim, L.-S., & Gwee, P. X. (2018). Growth performance and survival of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* larvae fed coloured feed. *Aquaculture Research*.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/are.13744>
- Zaga Alarcón, B. (2019). Análisis de la operación de dos sistemas de producción intensiva de postlarvas de camarón gigante de malasia *Macrobrachium rosenbergii*.
- Zhao, Y., Dou, J., Xu, H., Ma, Z., Ye, Y., Mu, C., Song, W., Ren, Z., Wang, C., & Shi, C. (2023). Light Intensity and Photoperiod Interaction Affects the Survival, Development, Molting and Apoptosis-Related Genes of Swimming Crab *Portunus*

trituberculatus Larvae. *Fishes* 2023, Vol. 8, Page 221, 8(5), 221.

<https://doi.org/10.3390/FISHES8050221>

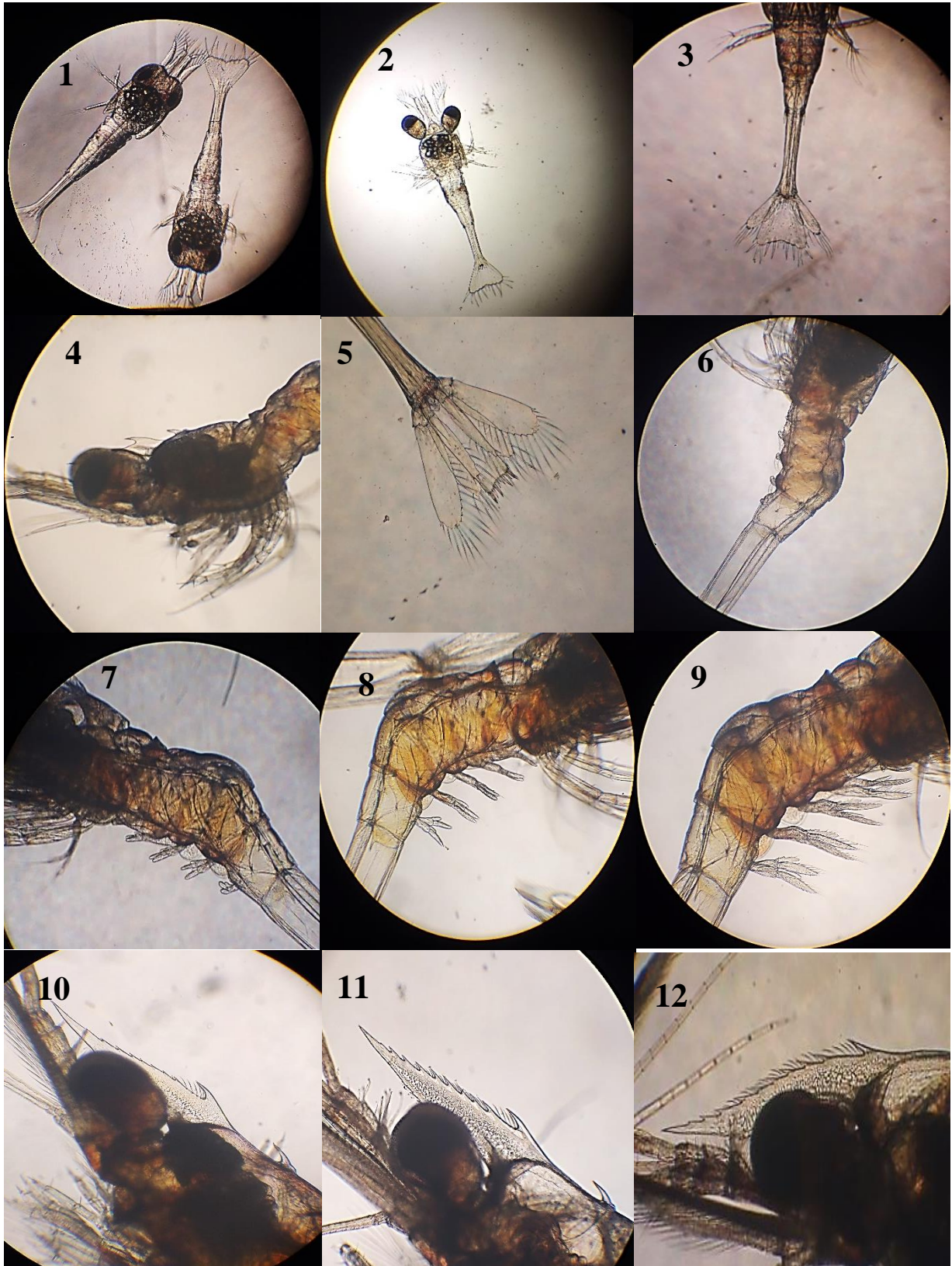
ANEXOS

ANEXO 1: Unidades experimentales (tinajas circulares y reservorios)



ANEXO 2: Sistema de filtro biológico y mecánico



ANEXO 3: Larvas observadas durante el cultivo.

1: zoea I; 2: zoea II; 3: zoea III; 4: zoea IV; 5: zoea V; 6: zoea VI; 7: zoea VII; 8: zoea VIII; 9: zoea IX; 10: zoea X; 11: zoea XI; 12: Postlarva.

ANEXO 4: Resultados de la evaluación de los parámetros de calidad de agua.

DIAS	TRATAMIENTO 0					
	Temperatura (°C)	pH	OD° (ppm)	Salinidad (ups)	NH ₄ (ppm)	NO ₂ (ppm)
1	28	8	6.8	14	< 0,05	< 0,01
2	28.5	8.2	6.8	14	< 0,05	< 0,01
3	29	8.4	7	14	< 0,05	< 0,01
4	28.5	8.3	6.8	14	< 0,05	< 0,01
5	28.9	8.4	6.6	14	< 0,05	< 0,01
6	28	8.4	6.7	14	< 0,05	< 0,01
7	28	8.1	6.6	14	< 0,05	< 0,01
8	29	8.3	6.6	14	< 0,05	< 0,01
9	28.9	8.2	6.5	14	< 0,05	< 0,01
10	30	8.3	6.8	14	< 0,05	< 0,01
11	29.5	8.3	6.7	14	0,1	< 0,01
12	29.7	8.3	6.9	14	0,1	< 0,01
13	29	8.3	6.8	14	0,1	< 0,01
14	29	8.3	6.3	14	0,1	< 0,01
15	30	8.4	6.7	14	0,1	< 0,01
16	29.5	8.2	6.6	14	0,1	< 0,01
17	29.5	8.4	6.9	14	0,1	< 0,01
18	29	8.2	6.5	14	0,1	< 0,01
19	29	8.4	6.9	14	0,1	< 0,01
20	29.5	8.3	6.6	14	0,1	< 0,01
21	28.7	8.4	6.6	14	0,1	< 0,01
22	30	8.4	6.6	14	0,1	< 0,01
23	29.7	8.3	6.7	14	0,1	< 0,01
24	30	8.3	6.9	14	0,1	< 0,01
25	29	8.4	6.9	14	0,1	< 0,01

ANEXO 5: Resultados de la evaluación de los parámetros de calidad de agua.

TRATAMIENTO 1						
DIAS	T	PH	O°	UPS	NH4	N02
1	28	7.5	6.6	14	< 0,05	< 0,01
2	28.5	8.3	6.8	14	< 0,05	< 0,01
3	29	8.4	6.8	14	< 0,05	< 0,01
4	28.5	8.4	6.8	14	< 0,05	< 0,01
5	28.9	8.4	6.6	14	< 0,05	< 0,01
6	28	8.4	7	14	< 0,05	< 0,01
7	28	8.2	6.8	14	< 0,05	< 0,01
8	29	8.2	6.8	14	< 0,05	< 0,01
9	28.9	8.3	6.8	14	< 0,05	< 0,01
10	30	8.3	7	14	< 0,05	< 0,01
11	29.5	8.2	6.6	14	0,1	< 0,01
12	29.7	8.3	6.6	14	0,1	< 0,01
13	29	8.2	6.9	14	0,1	< 0,01
14	29	8.4	6.9	14	0,1	< 0,01
15	30	8.3	7	14	0,1	< 0,01
16	29.5	8.3	6.8	14	0,1	< 0,01
17	29.5	8.3	6.8	14	0,1	< 0,01
18	29	8.1	6.6	14	0,1	< 0,01
19	29	8.25	7	14	0,1	< 0,01
20	29.5	8.3	6.8	14	0,1	< 0,01
21	28.7	8.3	7	14	0,1	< 0,01
22	30	8.1	6.8	14	0,1	< 0,01
23	29.7	8.2	6.8	14	0,1	< 0,01
24	30	8.2	6.8	14	0,1	< 0,01
25	29	8.3	6.6	14	0,1	< 0,01
26	30	8.3	6.8	14	0,1	< 0,01
27	30	8.1	6.8	14	0,1	< 0,01

ANEXO 6: Resultados de la evaluación de los parámetros de calidad de agua.

TRATAMIENTO 2						
DIAS	T	PH	O°	UPS	NH4	N02
1	28	7.4	6.9	14	< 0,05	< 0,01
2	28.5	8.2	6.8	14	< 0,05	< 0,01
3	29	8.4	6.9	14	< 0,05	< 0,01
4	28.5	8.4	6.8	14	< 0,05	< 0,01
5	29	8.4	6.7	14	< 0,05	< 0,01
6	28	8.3	6.8	14	< 0,05	< 0,01
7	28	8.2	6.9	14	< 0,05	< 0,01
8	29	8.4	6.8	14	< 0,05	< 0,01
9	29	8.3	6.6	14	< 0,05	< 0,01
10	30	8.4	7	14	< 0,05	< 0,01
11	29.5	8.3	6.8	14	0,1	< 0,01
12	29.7	8.2	6.7	14	0,1	< 0,01
13	29	8.4	6.8	14	0,1	< 0,01
14	29	8.3	6.9	14	0,1	< 0,01
15	30	8.3	6.8	14	0,1	< 0,01
16	29.5	8.3	6.6	14	0,1	< 0,01
17	29.5	8.4	6.7	14	0,1	< 0,01
18	29	8.4	6.9	14	0,1	< 0,01
19	29	8.3	6.9	14	0,1	< 0,01
20	29.5	8.3	6.9	14	0,1	< 0,01
21	28.7	8.2	6.9	14	0,1	< 0,01
22	30	8.4	6.6	14	0,1	< 0,01
23	29.7	8.3	6.9	14	0,1	< 0,01
24	30	8.4	6.9	14	0,1	< 0,01
25	29	8.3	6.9	14	0,1	< 0,01
26	30	8.2	6.7	14	0,1	< 0,01
27	30	8.4	6.9	14	0,1	< 0,01
28	29.8	8.3	6.7	14	0,1	< 0,01
29	29.5	8.4	6.9	14	0,1	< 0,01
30	29.7	8.3	6.8	14	0,1	< 0,01
31	30	8.3	7	14	0,1	< 0,01
32	30	8.4	6.8	14	0,1	< 0,01
33	30	8.3	6.6	14	0,1	< 0,01
34	30	8.3	6.6	14	0,1	< 0,01
35	29.8	8.4	7	14	0,1	< 0,01

Indicadores N°		SCORE		
		0	1	2
1	Contenido de lípidos intestinales (estado del hepatopáncreas)	Las larvas parecen delgadas; no hay glóbulos lipídicos visibles.	Glóbulos muy pequeños visibles en la glándula digestiva.	Glóbulos en la glándula digestiva visiblemente llenos.
2	Coloración corporal	Apariencia ploma/azulado o oscuro en el segmento abdominal.	Apariencia moderada de naranja claro en el segmento abdominal.	Apariencia ambar, naranja, rojo tostado en el segmento abdominal.
3	Comportamiento o natatorio	Movimiento lento, errático	Movimiento moderado con la cabeza al revés.	Movimiento rápido, como saltar
4	Respuesta fotopositiva	Sin respuesta	Respuesta positiva lenta	Respuesta positiva Rápida.

NOMBRE DEL TRABAJO

**PAREDES_TAPULLIMA_MAYRA_NAHOM
I_TURNITIN.pdf**

AUTOR

MAYRA MAHOMI PAREDES TAPULLIMA

RECUENTO DE PALABRAS

10302 Words

RECUENTO DE CARACTERES

54845 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

51 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.3MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 5, 2024 10:43 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Aug 5, 2024 10:44 AM GMT-5**● 18% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)