Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

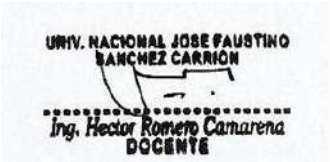
Facultad de Ingeniería Pesquera
Escuela Profesional de Ingeniería Acuícola

El fotoperiodo y su influencia en la etapa reproductiva del *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho, 2023

Tesis
Para optar el Título Profesional de Ingeniero Acuícola

Autoras
Elizabeth Mellissa Castillo Paico
Vanessa Andrea Bravo Duran

Asesor
Dr. Héctor Romero Camarena



Huacho – Perú
2026



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.

UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020

FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

INFORMACIÓN

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	**DNI**	**FECHA DE SUSTENTACIÓN**
Elizabeth Mellissa Castillo Paico	74241428	26/03/2026
Vanessa Andrea Bravo Duran	73740993	26/03/2026
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	**DNI**	**CÓDIGO ORCID**
Dr. Héctor Romero Camarena	15757045	https://orcid.org/0000-0001-8891-8112
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	**DNI**	**CÓDIGO ORCID**
Dr. Félix Torres Pérez	15643756	https://orcid.org/0009-0008-9365-9045
Mtro. Juan Eduardo Navarro Rojas	15958780	https://orcid.org/0000-0002-6204-6157
Ing. Hugo Alejandro Veliz Montes	15582752	https://orcid.org/0009-0000-3594-2442

Elizabeth Mellissa Castillo Paico

El fotoperiodo y su influencia en la etapa reproductiva del Macrobrachium rosenbergii cultivados en Huacho, 2023

UNIDAD DE INVESTIGACION FIP - PREGRADO 2026

UNIDAD DE INVESTIGACION FIP

Facultad de Ingeniería Pesquera

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::1:3493176490

Fecha de entrega
27 feb 2026, 3:18 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
2 mar 2026, 8:39 a.m. GMT-5

Nombre del archivo
00._TESIS_Melissa_y_Vanessa_-_Versi_n_4_final_1.pdf

Tamaño del archivo
1.7 MB

74 páginas

18.049 palabras

99.283 caracteres

20% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Fuentes principales

20% Fuentes de Internet
9% Publicaciones
10% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A mis padres, cuyo amor y apoyo incondicional me han guiado a lo largo de este trayecto, sin su confianza y sacrificio, este logro no habría sido alcanzable. A mis hermanitas, quienes han sido una fuente constante de motivación y alegría. Y a mi abuelo, quien desde el cielo me ha acompañado en cada paso, su memoria ha sido una fuente de inspiración y fortaleza.

Elizabeth M. Castillo Paico

A Dios, por guiarme y darme las fuerzas para seguir adelante.

A mis padres, por su amor, comprensión y apoyo brindado, por haberme forjado a ser la persona que soy actualmente, muchos de mis logros son gracias a ustedes, entre el cual se incluye este. Gracias papá y mamá, por motivarme constantemente a alcanzar mis anhelos.

Vanessa A. Bravo Duran

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más profundo agradecimiento a mi asesor de tesis, el Dr. Héctor Romero Camarena por su valiosa guía, consejos y paciencia durante todo el proceso de investigación. Sus conocimientos y experiencia han sido esenciales para la realización de este trabajo.

A mis compañeros de laboratorio y en especial a mi compañera de tesis por su colaboración y disposición para ayudar en todo momento.

A mi familia, por su amor incondicional, su apoyo y comprensión. Gracias por ser mi pilar y darme la fuerza necesaria para continuar.

Y a todas aquellas personas que, de alguna manera, han contribuido a la realización de esta tesis. A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento.

Elizabeth M. Castillo Paico

A la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, por brindarnos sus instalaciones y poder llevar a cabo la realización de nuestra tesis.

A nuestro Asesor el Ing. Héctor Romero Camarena, por brindarme la oportunidad de recurrir a sus conocimientos, por guiarme en todo el proceso de la tesis, por sus correcciones y sobre todo su paciencia.

A mi compañera de Tesis, por todo su apoyo, comprensión y paciencia, por enseñarme que todo se puede lograr a pesar de las dificultades.

A nuestros jurados, el Dr. Félix Torres Pérez, M(o). Juan Eduardo Navarro Rojas y al Ing. Hugo Alejandro Veliz Montes, por sus sugerencias, correcciones y apoyo profesional.

Vanessa A. Bravo Duran

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA III
AGRADECIMIENTO V
RESUMEN X
ABSTRACT XI
INTRODUCCIÓN XII
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1
1.1. Descripción del Problema 1
1.2. Formulación del problema de investigación 2
1.2.1. Problema general 2
1.2.2. Problemas específicos 2
1.3. Objetivos de la investigación 2
1.3.1. Objetivo general 2
1.3.2. Objetivos específicos 2
1.4. Justificación de la investigación 2
1.5. Delimitación del estudio 4
1.5.1. Delimitación espacial 4
1.5.2. Delimitación temporal 4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 5
2.1. Antecedentes de la investigación 5
2.2. Bases teóricas 8
2.2.1. De la especie en estudio: *Macrobrachium rosenbergii* 9
2.2.1.1. Clasificación taxonómica 9
2.2.1.2. Rasgos biológicos 9
2.2.2. Fotoperiodo 10
2.2.3. Etapa reproductiva de *Macrobrachium rosenbergii* 12
2.3. Bases filosóficas 14
2.4. Definición de términos básicos 15
2.5. Hipótesis de la investigación 16
2.5.1. Hipótesis general 16
2.5.2. Hipótesis específicas 16
2.6. Operacionalización las Variables 16
2.6.1. Identificación de variables 16
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA 18

3.1. Diseño metodológico 18
3.1.1. Tipo de investigación 18
3.1.2. Nivel de Investigación 18
3.1.3. Diseño de investigación 18
3.1.4. Enfoque 18
3.2. Población y muestra 18
3.2.1. Población 18
3.2.2. Muestra 19
3.3. Técnicas de recolección de datos 19
3.3.1. Área de estudio 19
3.3.2. Acondicionamiento de laboratorio 19
3.3.3. Obtención de ejemplares de *Macrobrachium rosenbergii* 19
3.3.4. Manejo de reproductores 20
3.3.5. Alimentación de reproductores 20
3.3.6. Técnicas empleadas 21
3.4. Técnicas de procesamiento de información 24
3.4.1. Estadística descriptiva 24
3.4.2. Estadística inferencial 24
CAPÍTULO IV: RESULTADOS 26
4.1. Análisis de resultados 26
4.2. Contrastación de la hipótesis general 38
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN 51
5.1. Crecimiento de *Macrobrachium rosenbergii* 51
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 54
6.1. Conclusiones 54
6.2 Limitaciones del Estudio 55
6.3 Recomendaciones 55
CAPÍTULO VII: REFERENCIAS 56
7.1. Fuentes bibliográficas 56
ANEXOS 61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Crecimiento de *M. rosenbergii* en Penang, Malasia……...33

Tabla 2: Operacionalización de variables e indicadores……..37

Tabla 3: Periodo de latencia en días de hembras ovígeras de *M. rosenbergii* de ambos tratamientos……..…51

Tabla 4: Prueba T-student para la variable peso de ambos tratamientos…….58

Tabla 5: Estadística de muestras emparejadas para la variable peso de ambos tratamientos……60

Tabla 6: Prueba T-student para la variable longitud de ambos tratamientos……61

Tabla 7: Estadística de muestras emparejadas para longitud de ambos tratamientos……62

Tabla 8: Prueba de Friedman para la variable periodo de latencia en ambos tratamientos……62

Tabla 9: Prueba de Friedman para la variable temperatura de *M. rosenbergii* en ambos tratamientos…….…64

Tabla 10: Prueba T-student para la variable pH de ambos tratamientos…….……65

Tabla 11: Estadística de muestras emparejadas para el pH de ambos tratamientos……..…66

Tabla 12: Prueba T-student para la variable amonio de ambos tratamientos……...66

Tabla 13: Estadística emparejadas para la variable amonio de ambos tratamientos……67

Tabla 14: Prueba T-student para la variable nitrito de ambos tratamientos…….……68

Tabla 15: Estadísticas de muestras emparejadas para nitrito de ambos tratamientos……...69

Tabla 16: Prueba T-student para la variable nitrato de ambos tratamientos……69

Tabla 17: Estadísticas de muestras emparejadas para la variable nitrato de ambos tratamientos….....70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Instalaciones del Laboratorio Larval, UNJFSC……40

Figura 2: Unidades de cultivo de *Macrobrachium rosenbergii*……41

Figura 3: Biometría de los ejemplares de *Macrobrachium rosenbergii*……..42

Figura 4: Revisión externa de reproductores de *M. rosenbergii*……..43

Figura 5: Acuarios de mantenimiento de hembras ovígeras……43

Figura 6: Desarrollo embrionario de ovas de *M. rosenbergii*……..44

Figura 7: Medición de parámetros de calidad de agua……44

Figura 8: Esquema estadístico en IBM SPSS Statistics V22.0……45

Figura 9: Crecimiento de reproductores en tratamiento sin luz continua……46

Figura 10: Crecimiento de reproductores de *M. rosenbergii* en tratamiento 24 horas luz continua……47

Figura 11: Comparación del peso por muestreo de reproductores de *M. rosenbergii* de ambos tratamientos…….…….48

Figura 12: Incremento de longitud de reproductores de *M. rosenbergii* con tratamiento estándar……..…49

Figura 13: Incremento de longitud de reproductores de *M. rosenbergii* con tratamiento 24 hrs luz continua……50

Figura 14: Comparación de ganancia de longitud por muestreo de reproductores de *M. rosenbergii* de ambos tratamientos……..……50

Figura 15: Número de puestas de los ejemplares de ambos tratamientos…….....51

Figura 16: Valores de Temperatura (°C) del tratamiento estándar de 12 horas de luz y 12 horas…….…52

Figura 17: Valores de Temperatura (°C) del tratamiento 24 hrs luz continua…….....53

Figura 18: Valores de pH del tratamiento estándar de 12 horas de luz y 12 horas oscuridad……..54

Figura 19: Valores de pH del tratamiento 24 hrs luz continua……...54

Figura 20: Valores de Amonio del tratamiento estándar de 12 horas de luz y 12 horas oscuridad……..55

Figura 21: Valores de Amonio del tratamiento 24 hrs luz continua……..55

Figura 22: Valores de Nitrito del tratamiento estándar de 12 horas de luz y 12 horas oscuridad……...56

Figura 23: Valores de Nitrito del tratamiento 24 hrs luz continua……..56

Figura 24: Valores de Nitrato del tratamiento estándar de 12 horas de luz y 12 horas oscuridad……...……57

Figura 25: Valores de Nitrato del tratamiento 24 hrs luz continua……57

Figura 26: Periodo de latencia de reproductores de *M. rosenbergii* de ambos tratamientos……63

Figura 28: Cortejo de reproductores de en condiciones de fotoperiodo continuo…….81

Figura 29: Seguimiento del desarrollo embrionario de huevos de *M. rosenbergii*……..81

Figura 30: Hembras ovígeras con desarrollo embrionario avanzado de *M. rosenbergii*……..82

Figura 31: Larvas de *Macrobrachium rosenbergii*……..……82

Figura 32: Limpieza y desinfección de las unidades experimentales……..……83

Figura 33: Controles biométricos de ejemplares de *Macrobrachium rosenbergii*……83

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo Evaluar la influencia del fotoperiodo en la etapa reproductiva de *Macrobrachium rosenbergii* bajo condiciones de laboratorio en Huacho., evaluando el efecto del fotoperiodo de 24 horas de luz continua y comparado con un tratamiento estándar (12 horas luz: 12 horas oscuridad). Para ello la metodología aplicada fue de una investigación experimental, aplicada y correlacional según refiere Según Hernández Sampieri (2018) ¸Se empleó una muestra de 30 ejemplares distribuidos en dos grupos: Sin Tratamiento (ST), con fotoperiodo estándar, y Con Tratamiento (CT), con 24 horas de luz continua. Los ejemplares fueron criados en tanques de fibra de vidrio de 1 m^3, en una proporción de 2 hembras por 1 macho, con aireación continua y temperatura promedio de 26.5 °C. El tanque ST permaneció descubierto, mientras que el tanque CT fue cubierto con un toldo negro para bloquear la luz natural e iluminado con luz LED de 1084 lx.

Del procesamiento de los datos recogidos de ambos tratamientos se han determinado los resultados descriptivos, usando gráficos lineales y de barras el cual se muestran en tablas y figuras para su análisis. Si bien la temperatura se vio influenciada por la aplicación de luz continua, no se observaron alteraciones en otros parámetros de calidad del agua. Con un valor de $p = 0.000 < \alpha = 0.05$, se rechaza la hipótesis nula, demostrando la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos y comprobando que el fotoperiodo de 24 horas de luz continua mejora tanto el crecimiento como la reproducción.

Con el estudio realizado, se concluye que el fotoperiodo influye significativamente en la reproducción de *M. rosenbergii*. Ya que se demostró que hubo mejora de los parámetros productivos y reproductivos en el experimento.

Palabras claves: camarón gigante de Malasia, fotoperiodo, etapa reproductiva, intensidad lumínica.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the influence of photoperiod on the reproductive stage of Macrobrachium rosenbergii under laboratory conditions in Huacho, Peru. The study assessed the effect of a 24-hour continuous light photoperiod compared to a standard treatment (12 hours light: 12 hours dark). The methodology employed was experimental, applied, and correlational, as described by Hernández Sampieri (2018). A sample of 30 specimens was distributed into two groups: No Treatment (ST), with a standard photoperiod, and With Treatment (CT), with 24 hours of continuous light. The specimens were raised in 1 m^3 fiberglass tanks, in a 2:1 ratio (2 females to 1 male), with continuous aeration and an average temperature of 26.5°C. The ST tank remained uncovered, while the CT tank was covered with a black awning to block natural light and illuminated with a 1084 lx LED light.

The descriptive results were determined from the processing of the data collected from both treatments, using line graphs and bar charts, which are presented in tables and figures for analysis. While temperature was influenced by the application of continuous light, no alterations were observed in other water quality parameters. With a p-value of $0.000 < \alpha = 0.05$, the null hypothesis was rejected, demonstrating the existence of significant differences between the treatments and confirming that the 24-hour continuous light photoperiod improves both growth and reproduction.

The study concludes that photoperiod significantly influences the reproduction of M. rosenbergii, as improvements in productive and reproductive parameters were demonstrated in the experiment.

Keywords: Malaysian giant shrimp, photoperiod, reproductive stage, light intensity.

INTRODUCCIÓN

La acuicultura se ha consolidado como una actividad económica de gran relevancia, destacando entre sus exponentes al camarón gigante de Malasia (*Macrobrachium rosenbergii*), una especie que ha demostrado un significativo potencial para ingresar con fuerza al mercado internacional.

En el Perú, la Universidad Nacional Agraria La Molina introdujo esta especie en el año 1982 en el Perú, focalizando su cultivo en la Región San Martín debido a las condiciones favorables para su crianza (Guerra, 1988), actualmente esta especie ya se cultiva en otras regiones del país.

En este contexto, numerosos investigadores se han dedicado a perfeccionar las tecnologías y técnicas de manejo con el objetivo de potenciar la producción del camarón gigante de Malasia. Sin embargo, un componente esencial que ha obtenido interés de los investigadores, es el papel crucial del fotoperiodo en el crecimiento de esta especie.

Por lo tanto, el estudio realizado adquiere la importancia porque aporta con datos y metodologías, para la implementación de técnicas y protocolos de crecimiento y reproducción de *Macrobrachium rosenbergii*. También es importante la experiencia de otras investigaciones sobre el uso de fotoperiodo, al respecto Duston y Saunders (1992), mencionan que el fotoperiodo desencadena una serie de respuestas hormonales y fisiológicas en los peces y crustáceos que tienen un impacto significativo en su crecimiento y desarrollo y también estimula un mayor consumo de alimento, por ende, puede conducir a un mayor crecimiento en términos de desarrollo corporal y ganancia de masa (Boeuf y Le Bail, 1999).

En el contexto, la bibliografía revisada nos indica que, las investigaciones científicas sobre el uso de fotoperiodo en *M. rosenbergii*, son escasas e insuficientes, por lo tanto presentada la escasez de investigación que evalúen el efecto del fotoperiodo, la presente investigación destaca la importancia del fotoperiodo en el crecimiento y desarrollo del camarón gigante de Malasia, con el propósito de aportar conocimientos valiosos que contribuyan a la eficiencia y sostenibilidad de su producción en el ámbito acuícola.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema

El aumento del número de habitantes a nivel mundial durante los últimos años ha presentado un rápido ascenso y se estima que para el año 2050 podríamos llegar a 9500 millones de habitantes, se incrementan los problemas o manifestaciones de pobreza, agudizando la disponibilidad y abastecimiento de alimento. Ante la situación expresada, se busca nuevas estrategias para abordar las demandas de la humanidad y generar proteína de forma más eficiente en menor tiempo posible.

La solución para aumentar la producción de recursos está en la implementación de tecnología e investigación, ya que actualmente más del 50% de los productos hidrobiológicos que se consumen son producidos mediante acuicultura, generando un total de 171 millones de toneladas en el año 2016, y se anticipa que este número se eleve de forma considerable con el pasar de los años (FAO, 2020).

En los últimos años, la camaronicultura ha logrado ocupar un importante lugar en la actividad acuícola. De acuerdo a la FAO, se logró producir aproximadamente 500.000 toneladas de camarón de agua dulce, destacando a *Macrobrachium rosenbergii.*

Para resolver el problema de abastecimiento de proteína animal a nivel nacional y mundial se pretende implementar tecnología para acelerar el crecimiento y reproducción de especies acuícolas. Tal es el caso del fotoperiodo, demostrando impacto positivo en el crecimiento, la supervivencia, la eficiencia alimentaria, maduración sexual y otras características de especies acuáticas (Aragón *et. al*, 2014).

Es importante considerar que los resultados del fotoperiodo pueden ser diferentes según la especie de pez, la edad y la fase de crecimiento, otros factores ambientales y las técnicas de cultivo. Por lo tanto, es necesario más investigaciones para conocer mejor cómo el fotoperiodo puede ser utilizado para aumentar la producción y el bienestar de especies acuáticas en la acuicultura especialmente en la etapa reproductiva de *M. rosenbergii* bajo condiciones de laboratorio.

1.2. Formulación del problema de investigación

1.2.1. Problema general

- ¿Cómo influye el fotoperiodo en la etapa reproductiva de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho, 2023?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el efecto del fotoperiodo en el crecimiento peso – longitud de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho?
- ¿Cómo influye el fotoperiodo en el periodo de latencia de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho?
- ¿Cómo influye el fotoperiodo en la calidad de agua de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar la influencia del fotoperiodo en la etapa reproductiva de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho.

1.3.2. Objetivos específicos

- Estudiar el efecto del fotoperiodo en el crecimiento peso – longitud de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho.
- Conocer la influencia del fotoperiodo en el periodo de latencia de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho.
- Evidenciar la influencia del fotoperiodo en la calidad de agua de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho.

1.4. Justificación de la investigación

La acuicultura de camarones es una actividad económica vital en muchas regiones del mundo, y su demanda está en constante crecimiento. Sin embargo, la reproducción en cautiverio ha sido un desafío debido a la naturaleza estacional de la reproducción en estos crustáceos.

El uso del fotoperiodo como una estrategia de manejo puede ayudar a superar esta limitación y permitir una reproducción más constante y predecible durante todo el año. Su aplicación en la etapa reproductiva del camarón puede inducir la maduración gonadal y aumentar la tasa de desove. Esto podría traducirse en una mayor producción de larvas de camarón en un período más corto, optimizando así los ciclos de producción y aumentando la disponibilidad de postlarvas para su comercialización.

La posibilidad de controlar la reproducción y obtener una mayor producción de larvas en menor tiempo puede aligerar los costos relacionados al mantenimiento de reproductores y la operación de instalaciones de reproducción. Al mejorar la eficiencia de las camaroneras, se fomenta la sostenibilidad y la viabilidad a largo plazo del sector acuícola.

Esta investigación tiene el potencial de contribuir en los avances científicos en la piscicultura y en la reproducción de camarones.

- **Justificación científica**

Dado a la evolución de actividad acuícola se viene buscando técnicas orientadas a incrementar la producción y productividad de recursos acuáticos en producción, así como el uso tecnológico de equipos especializados que coadyuven al desarrollo de la actividad acuícola.

La investigación planteada en la tesis permitirá demostrar los efectos de la luz continua en el proceso reproductivo de *Macrobrachium rosenbergii* bajo condiciones de laboratorio.

Los resultados obtenidos podrían proporcionar información científica muy valiosa sobre la respuesta de los camarones a diferentes fotoperiodos, lo que podría utilizarse para optimizar el manejo de la industria acuícola.

- **Justificación económica**

El rubro acuícola, al igual que cualquier actividad económica, tiene como objetivo obtener beneficios y rentabilidad para la empresa. Por eso, el acelerar los procesos reproductivos de camarón está ligado con el incremento económico a comparación de la reproducción tradicional como se trabaja actualmente y que a la vez requiere más tiempo en el proceso de maduración, por consiguiente, los hallazgos de esta investigación fortalecerán a la industria desde el enfoque económico.

- **Justificación social**

Encontrando resultados positivos en la investigación va a permitir aumentar la cantidad de unidades productivas en altas densidades, las cuales pueden generar incremento económico.

Este aumento en la cantidad de empresas con este enfoque contribuirá a la generación de empleo de diferentes áreas, incluyendo profesionales del sector, personal técnico en el manejo de dispositivos acuícolas y operarios.

1.5. Delimitación del estudio

1.5.1. Delimitación espacial

El trabajo experimental se realizó en el Laboratorio Larval del Centro de Investigación Acuícola de la Facultad de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión del Distrito de Huacho, Provincia de Huaura, Región Lima.

1.5.2. Delimitación temporal

La ejecución del trabajo se compone de la recolección de información, formulación del plan de trabajo, desarrollo de la parte experimental y el procesamiento de los resultados estuvieron enmarcados desde el mes de enero a agosto 2023.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

No se identificó información específica de contexto nacional e internacional de cultivo de *Macrobrachium rosenbergii* utilizando fotoperiodos. Sin embargo, se puede mencionar que existen investigaciones y trabajos realizados con otras especies acuáticas que abordan el uso del fotoperiodo en el cultivo.

2.1.1. Antecedentes Internacionales

De Los Santos (2016), en su tesis "Efecto de la Cantidad de Quitina en la dieta sobre el crecimiento de langostinos *Macrobrachium tenellum* cultivados bajo diferentes combinaciones de temperatura y fotoperiodo", planteó la poca atención que se le ha dado a la influencia de la luz y el fotoperiodo, a pesar de su capacidad para modificar el ritmo de muda y afectar la ganancia de peso y longitud en camarones. Para abordar esta cuestión, se llevaron a cabo experimentos utilizando combinaciones de temperatura (26ºC y 30ºC) y fotoperiodo (14 horas L/ 10 horas O y 10 horas L / 14 horas O), junto a una dieta que contenía un 20% de quitina, durante un período de 60 días. Se realizaron mediciones de crecimiento, supervivencia y actividad enzimática quincenalmente. Los resultados obtenidos indicaron que la combinación del tratamiento 14 horas L / 10 horas O con temperaturas a 30ºC y 26°C condujo a una mayor ganancia de peso y un índice de crecimiento elevado en comparación al grupo de control, que consistía en una temperatura ambiental de 22°C y un tratamiento natural. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas. Además, se observó un desempeño enzimático de la quitinasa más alta en el tratamiento 14 horas L/ 10 horas O y una temperatura de 30°C, mientras que las temperaturas más bajas también favorecieron una actividad enzimática elevada, concluyó que el tratamiento de 14 horas L/10 horas O en combinación con temperaturas de 30ºC y 26°C tuvo resultados favorables en el peso y crecimiento de *Macrobrachium tenellum* y se encontró mayor desempeño enzimático de la quitinasa a 14 horas L / 10hrs O y temperaturas más bajas.

Ahmed (2015) en su investigación “Studies on the Effect of Photoperiodism and Temperature on Moulting of a Freshwater Prawn *Macrobrachium dayanum*”, evaluó el efecto del fotoperiodo en la muda de Macrobrachium dayanum, encontrando que en 24 horas de luz continua aumentaron significativamente la frecuencia de muda y el crecimiento en comparación con el fotoperiodo estándar

12L:12O. Esto sugiere que el fotoperiodo prolongado puede estimular procesos fisiológicos relacionados con el desarrollo en crustáceos de agua dulce

Hoang T. *et al.* (2001) en su estudio “Effect of light intensity on maturation and spawning of ablated female *Penaeus merguiensis*", se investigó cómo tres niveles de intensidad de luz afectan el desarrollo ovárico y las puestas de *P. merguiensis,* además de verificar si el ojo del camarón es el único receptor de luz involucrado en este proceso. Para ello, se realizaron pruebas cubriendo el ojo restante de los camarones extirpados. Los camarones se mantuvieron bajo tres condiciones: 1100 lux (tratamiento BRI - COV), 2 lux (DIM - COV) y el tratamiento control denominado DARK (12 horas de luz y 12 horas de oscuridad). Los resultados mostraron que la proporción de reproductores fue menor para el grupo BRI - COV y mayor en el grupo DARK, sin encontrarse una diferencia significativa entre estos dos tratamientos y el DIM - COV. Además, se observó que el tratamiento oscuro tuvo una tasa de desove más alta. Sin embargo, la conclusión del estudio indicó que la intensidad de la luz no afectó la maduración y el desove de los camarones ablacionados. Para concluir se ha demostrado que el grado de iluminación parece no tener un impacto relevante en la maduración ovárica y el desove de los camarones *P. merguiensis* sometidos a ablación.

De Los Santos *et al*. (2017), en su investigación "Effect of photoperiod and temperature on growth and activity of digestive enzymes in juveniles of the long-arm river shrimp *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) (Caridea: Palaemonidae)", estudiaron cómo la temperatura y el fotoperiodo afectan el desarrollo, supervivencia y la función enzimática digestiva en *M. tenellum*. Para ello, llevaron a cabo un experimento con cuatro tratamientos aleatorios que combinaban dos temperaturas distintas (26°C y 30°C) y dos fotoperiodos diferentes (14hrs L: 10hrs O y 10hrs L: 14hrs O), incluyendo también un tratamiento control. Cada tratamiento se repitió seis veces en tanques de 50 litros. Los resultados indicaron que el tratamiento a 30°C junto con un tratamiento de 14hrs L: 10hrs O mostró los mejores efectos en términos de crecimiento. Sin embargo, este mismo tratamiento tuvo la tasa de supervivencia más baja (52,7%). Además, en relación a la actividad enzimática, solo la enzima quitina en el tratamiento de 14 horas de luz y 10 horas de oscuridad a 30°C demostró ser significativa. Basándose en los hallazgos, los investigadores concluyeron que la

combinación de 14hrs L: 10hrs O a ambas temperaturas resulta ser la más adecuada para garantizar el crecimiento óptimo de los juveniles de *M. tenellum*.

Souza, M. *et al*., (2020), en su investigación "A exposição ao fotoperíodo melhora as características biométricas de pós-larvas de *Litopenaeus vannamei*?", investigaron la influencia de diferentes fotoperiodos en los parámetros biométricos de *Litopenaeus vannamei* en su fase inicial. Para ello, utilizaron cuatro tratamientos: T1 (0L: 24º), T2 (12L:12O), T3 (18L: 6º), y T4 (24L:0O). Llegando a demostrar que diferentes luminosidades por periodos cortos no alteran las tasas de crecimiento.

Tao, C. *et al*., (2021), en la investigación titulada "Effects of light intensity on growth and survival rate of freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) at larvae and postlarvae stages in biofloc system" tuvieron como objetivo evaluar efecto de la intensidad lumínica en el crecimiento y la tasa de supervivencia de larvas de *M. rosenbergii*, evaluaron cinco intensidades de luz de 1000 lux (T1), 10 000 lux (T2), 20 000 lux (T3), 30 000 lux (T4) y luz natural (control). Obteniendo como resultado que, el tratamiento 3 con intensidad lumínica de 20 000 lux demostró mejores resultados en el crecimiento, supervivencia y productividad de larvas de camarón gigante de Malasia y que el tratamiento 1 con 1000 lux mostró los valores más bajos durante el experimento.

Fan, Y., *et al*. (2024), en su estudio tuvieron como propósito analizar el metabolismo lipídico y la calidad nutricional en adultos de *Litopenaeus vannamei* (bajo peso) expuestos a cinco fotoperiodos (0L:24D, 8L:16D, 12L:12D, 16L:8D y 24L:0D) durante 40 días en sistemas de recirculación de agua (RAS). Se observó que el grupo 24L:0D presentó un incremento en el metabolismo lipídico, obteniendo los camarones de este grupo el mayor contenido de grasa cruda. Por otro lado, el grupo 0L:24D mostró un nivel significativamente menor de grasa cruda en comparación con los grupos 8L:16D y 12L:12D. Además, el fotoperiodo 0L:24D resultó en una actividad metabólica más baja. En conclusión, prolongar las horas de luz puede favorecer la producción de camarón, aunque un suministro continuo de luz durante 24 horas impacta negativamente el bienestar animal. Por ello, se sugiere un ciclo de luz de 16 horas como la opción más adecuada.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Green E. (2020), en su tesis "Efecto de la intensidad de la luz sobre los parámetros productivos de postlarvas de camarones *Penaeus vannamei* en RAS",

observó el impacto de la iluminación en los índices de crecimiento de postlarvas de (*P. vannamei*) en un sistema de recirculación de agua. Los organismos, con peso medio inicial de 0,006 ± 0,0007 gr, estuvieron en unidades experimentales con 35 litros de agua, a una densidad de 10 postlarvas por litro. Se utilizaron tres tratamientos: oscuridad durante todo el día, iluminación durante 24 hrs (25 lux ± 10 lux), e iluminación sintética continua durante 24 hrs (1400 ± 100 lux), cada uno con 7 duplicados adicionales. Después de 24 días de experimento se analizaron los parámetros de calidad de agua y los parámetros productivos. Como resultados revelaron que el uso de luz artificial continua a una intensidad de 1400 ± 100 lux proporcionó mejores resultados en términos de variables productivas. Además, hubo una diferencia considerable en comparación con el tratamiento oscuridad total (0 lux). Y se concluyó que la aplicación de luz artificial continua durante el cultivo inicial o pre cría de *Penaeus vannamei* tuvo un efecto positivo y significativo en el crecimiento de esta especie.

Ferrer (2018), en su tesis titulada *"Influencia del fotoperiodo artificial en el desarrollo embrionario del Cryphiops caementarius (Molina 1782) en condiciones de laboratorio"*, desarrolló un estudio de carácter experimental con un enfoque cuantitativo. La investigación se llevó a cabo con seis reproductoras seleccionadas aleatoriamente, cada una de las cuales produjo aproximadamente 3 200 huevos, acumulando un total de 19 200 embriones. Se evaluaron variables como el tiempo de desarrollo, la intensidad de la luz, parámetros físicos y químicos del agua, el crecimiento y el porcentaje de eclosión. Para el registro de datos se emplearon fichas de campo y de laboratorio, y el procesamiento se realizó con Microsoft Excel. Los resultados evidenciaron que la aplicación de fotoperiodo redujo el tiempo necesario para la eclosión, así como influyó positivamente en el crecimiento embrionario. La investigación trabajó con tres intensidades lumínicas: 35 %, 50 % y 100 %. En cuanto a las condiciones físico-químicas del agua, se registraron los siguientes valores: temperatura de 21 °C, 22 °C y 24 °C; intensidad luminosa total de 37 638 lm; transparencia de 25 cm; turbidez 0 cm; pH de 7,5; oxígeno disuelto de 8,9 ppm; alcalinidad total de 35 ppm; dureza total de 300 ppm; CO_2 de 0,6 ppm; nitritos 0 ppm; nitratos 0,3 ppm; y amonio 0,6 ppm. Se concluyó que el fotoperiodo artificial permitió alcanzar un 100 % de eclosión en menor tiempo. En el experimento inicial, con una intensidad lumínica de 35 %, todos los huevos eclosionaron en 22 días; en la primera réplica, con el 50 % de

intensidad, el resultado fue el mismo; y en la segunda réplica, con el 100 % de intensidad, también se logró una eclosión total en 22 días, manteniendo estables los parámetros físico-químicos del agua.

2.2.Bases teóricas

2.2.1. De la especie en estudio: *Macrobrachium rosenbergii*

2.2.1.1.Clasificación taxonómica

Las especies pertenecientes al género *Macrobrachium* están distribuidos por todas las zonas tropicales y subtropicales del mundo. Se han identificado alrededor de 100 especies y que gran parte se encuentran distribuidos en América. Según New y Valenti (2007), cerca de las costas del Atlántico y el Pacífico, en América del Sur y Central. La clasificación taxonómica de acuerdo a D'Abramo (2003) es:

Reino: Animalia

Phylum: Artrópoda

Clase: Malacostrácea

Orden: Decápoda

Familia: Palaemonidae

Género: Macrobrachium

Especie: Macrobrachium rosenbergii (De Man, 1879)

2.2.1.2. Rasgos biológicos

Según la FAO en 2017, los machos pueden crecer hasta 320 mm de longitud total, mientras que las hembras alcanzan hasta 250 mm. Tienen un cuerpo que varía en coloración, generalmente de verde a gris parduzco, a veces con tonos azulados y más oscuro en los individuos más grandes. Sus antenas suelen ser azules, al igual que sus quelípedos (patas delanteras) que pueden ser naranjas. Tienen un caparazón liso y duro que cubre la parte superior del cefalotórax. El rostro es largo y delgado, curvándose hacia arriba en la parte distal.

En la región toráxica, hay tres pares de maxilípedos, de los cuales los dos primeros pares son quelados, es decir, tienen pinzas, y cada par de

pinzas es de tamaño igual. Los segundos quelípedos tienen numerosas espínulas, son robustos y delgados. En el abdomen, hay seis segmentos, cada uno con un par de pleópodos ventrales que se utilizan para diversas funciones. Los urópodos, que forman la cola, están compuestos por los pleópodos del sexto segmento abdominal.

2.2.1.3. Hábitat y biología

Estos camarones habitan en medios acuáticos continentales de clima tropical que pueden estar influenciados por entornos estuarinos. Son capaces de sobrevivir en aguas extremadamente turbias. Las reproductoras se desplazan hacia zonas estuarinas, allí se desarrolla la eclosión. En las etapas tempranas, cuando son postlarvas (PL), atraviesan varios estadios de desarrollo conocidos como Zoea. Una vez que se convierten en postlarvas se establecen en los bentos como forma de vida y migran de regreso hacia aguas dulces. Las larvas nadan activamente con la cola hacia adelante y el lado ventral hacia arriba. A medida que crecen y se desarrollan más allá de la etapa de postlarva, estos camarones cambian su patrón de natación y comienzan a nadar hacia adelante. Además, son capaces de caminar no solo en el fondo del agua, sino también sobre superficies húmedas, como piedras en las orillas de los ríos, escalan superficies verticales como pequeñas cascadas o represas, e incluso moviéndose a través de la tierra (FAO, 2017).

2.2.2. Fotoperiodo

El fotoperiodo tiene una influencia directa en el crecimiento de los peces al influir en el funcionamiento de su sistema endocrino y en la secreción de hormonas, como la melatonina y la tiroxina. Esta regulación del ritmo diario interno en los peces influye en una serie de procesos fisiológicos, incluyendo su desarrollo, la actividad locomotora, el ritmo metabólico, la coloración corporal, el proceso de maduración reproductiva y su capacidad de aparearse.

Es decir, el fotoperiodo desencadena una serie de respuestas hormonales y fisiológicas en los peces y crustáceos que tienen un impacto significativo en su crecimiento y desarrollo (Duston y Saunders, 1992).

Durante varios años, se ha utilizado la técnica del fotoperiodo, es decir, el uso de fuentes lumínicas en cultivo de salmónidos. Inicialmente, esta

técnica se empleaba en la cría de estos peces en agua dulce, utilizando luces aéreas fluorescentes o de haluro metal. Sin embargo, con el avance del tiempo, el uso del fotoperiodo se ha extendido a la producción en agua de mar, especialmente en los últimos cuatro o cinco años, gracias al desarrollo de la tecnología LED.

Esta nueva tecnología ha permitido contar con productos de iluminación más eficientes y respetuosos con el medio ambiente. En algunas especies de peces, se ha observado que la prolongación del fotoperiodo puede estimular un mayor consumo de alimento. Esto puede deberse a que los peces son más activos durante períodos de luz prolongados, lo que les permite buscar y consumir más alimento. Como resultado, un mayor consumo de alimento puede conducir a un mayor crecimiento en términos de desarrollo corporal y ganancia de masa (Boeuf y Le Bail, 1999).

2.2.2.1. Iluminación

La intensidad lumínica es un factor importante a considerar en el fotoperiodo de especies acuáticas, ya que puede influir en su crecimiento, comportamiento y desarrollo. Las investigaciones sobre el fotoperiodo y la intensidad lumínica en piscicultura tienen una larga trayectoria, los progresos en la tecnología de iluminación, especialmente con luces LED, han ampliado y optimizado su aplicación en la acuicultura. Algunos resultados indican que el tratamiento con una intensidad de 2500 lux y un fotoperiodo de 18 horas mostró los mejores resultados en términos de producción.

Por otro lado, Tran L. (2021), fundador de ShrimpVet (Minh Phu AquaMekong Co), realizó investigaciones sobre el uso de luces específicas para camarones en sistemas de cultivo. Según sus hallazgos, el uso de las luces Philips AquaAdvance de 260W mejora los centros de producción de camarón y ayuda a lograr resultados más eficientes. Estas luces utilizan un espectro de luz azul y verde, lo que se ha demostrado que beneficia el cultivo de camarones.

Se ha observado que en el caso de *Macrobrachium tenellum*, una especie de camarón de agua dulce, los niveles lumínicos elevados (1500 y 3500 lux) tienen un efecto positivo en la expresión de cromatóforos en comparación con intensidades más bajas (30 y 600 lux). Además, el esparcimiento de los pigmentos acumulados en los cromatóforos, también se ve influenciada por el tiempo que están expuestos a la luminosidad. Estos factores son determinantes

en la expresión de cromatóforos y, por ende, en la pigmentación de los camarones (Vega F. *et al.*, 2015)

2.2.2.2. Tiempo

La variación del tiempo de luz y oscuridad, puede influir en la reproducción de camarones gigantes de Malasia (*Macrobrachium rosenbergii*). Se ha observado que manipular estos ciclos puede tener efectos en la maduración sexual, la actividad reproductiva y otros aspectos del comportamiento de estos camarones.

Además, de tener impactos en el desarrollo, aprovechamiento digestivo y procesos metabólicos de los peces (Jiao L. *et al*., 2022).

2.2.3. Etapa reproductiva de *Macrobrachium rosenbergii*

2.2.3.1. Crecimiento

El crecimiento de *Macrobrachium rosenbergii* es altamente variable y está influenciado por factores como la edad, la alimentación y las condiciones ambientales. Según Ling en 1969, se puede observar un promedio de crecimiento desde las etapas juveniles hasta la adultez (Tabla 1). Esta especie, *M. rosenbergii*, es especialmente conocida por su potencial de alcanzar un tamaño considerable, llegando a medir entre 20 y 25 centímetros y a pesar entre 85 y 125 gramos.

Tabla 1. Crecimiento de *M. rosenbergii* en Penang, Malasia.

Edad (meses)	Longitud (cm)	Peso (gr)
Juveniles	5.5	2.0
1	7.6	4.5
2	11.0	10.0
3	14.0	25.0
4	18.0	60.0
5	21.0	100.0
6	22.5	125.0

Fuente: Ling (1969)

2.2.3.2. Periodo de latencia

El período de latencia en la reproducción de *Macrobrachium rosenbergii*, desde que los reproductores son identificados hasta que ocurre el desove, puede variar considerablemente según diversos factores. El desove en los

camarones gigantes de agua dulce está influenciado por factores ambientales, nutricionales y fisiológicos, por lo que la duración de la latencia puede variar de un sistema de cultivo a otro.

En condiciones de cultivo óptimas, donde se proporciona una temperatura adecuada, una alimentación balanceada y una calidad de agua adecuada, el período de latencia puede ser más corto. Esto podría significar que los camarones reproductores del género Macrobrachium pueden comenzar a mostrar signos de preparación para el desove en unas pocas semanas después de ser identificados como reproductores maduros y está relacionado con el tiempo de desarrollo embrionario que podría tardar de 20 a 30 días realizándose durante este período todo el desarrollo embrionario (Granados, 1983).

2.2.3.3.Calidad del agua

- **Temperatura**

  No se han definido los requisitos de temperatura para los reproductores de camarón, pero se conoce que este clave en el momento y la intensidad de desove. Los langostinos adultos toleran un amplio rango de temperatura (18 a 34°C), pero la temperatura óptima oscila entre 27 y 32°C (New y Valenti, 2007).

  Se manifiesta que las tasas de crecimiento y la frecuencia de las mudas reproductivas mejoran con la elevación de la temperatura del agua a 32°C (Chávez J. *et al*., 1991).

- **Ph**

  El pH adecuado para los reproductores de *Macrobrachium rosenbergii*, conocido como camarón gigante de Malasia, puede variar en función de las condiciones específicas de su criadero. Sin embargo, en general, se considera que un rango de pH de 7,0 a 8,0 es adecuado para estos camarones y para la reproducción (Cheng y Chu, 2000).

- **Oxígeno**

  Los niveles de oxígeno disuelto adecuados para los reproductores de *Macrobrachium rosenbergii* generalmente deben mantenerse en un rango de alrededor de 5 a 8 mg/L para garantizar un ambiente saludable y promover la reproducción exitosa.

- **Amonio, nitrito y nitrato**

El monitoreo de los niveles de amonio (NH_3/NH_4+), nitrito (NO_2), y nitrato (NO_3-) es crucial en la acuicultura, incluyendo la cría de *M. rosenbergii*, para asegurar un ambiente adecuado y saludable para los reproductores. Estos compuestos químicos están relacionados con el ciclo del nitrógeno y tienen posibilidad de repercutir en la salud y el éxito reproductivo de los camarones.

Las concentraciones de amonio no deben encontrarse mayor a 1mg/L, lo adecuado es que se encuentren por debajo de 0.5 mg/L. Mientras, el nitrito se recomienda mantener concentraciones menores de 0.2 mg/L (Gastelu, 2013).

En cambio, los niveles de nitrato son menos tóxicos para los camarones que el amonio y el nitrito. Estos niveles pueden ser más altos, pero es importante evitar la acumulación excesiva. Se recomienda mantener los niveles de nitrato menores a 100 mg/L (Bhujel, 2000).

- **Salinidad**

  La salinidad óptima para la reproducción de *Macrobrachium rosenbergii*, varía según las fuentes y las condiciones locales, pero en general, se encuentra en el rango de salinidad de agua dulce a ligeramente salobre.

  En condiciones naturales, estos camarones suelen encontrarse en ríos, lagos y estanques de agua dulce. Para la cría en acuicultura, se suele mantener a *M. rosenbergii* en agua dulce, pero en algunos sistemas de cultivo se ha utilizado agua ligeramente salobre, con una salinidad de hasta 5ppm para la etapa reproductiva (Prieto *et al*., 2021).

2.3.Bases filosóficas

En este estudio, adoptamos una perspectiva fundamentada en la filosofía de la ciencia para comprender la relevancia de aplicar el método científico en estudios sobre la influencia del fotoperiodo en la reproducción de *Macrobrachium rosenbergii.* La observación de los cambios en el comportamiento reproductivo de los camarones en respuesta a diferentes duraciones de luz y oscuridad se alinea con el enfoque empírico fundamental de la ciencia.

En consonancia con la filosofía de la biología, este estudio esta enfocado en conocer los mecanismos que rigen la respuesta de *M. rosenbergii* al fotoperiodo. Esto incluye explorar la adaptación evolutiva de la especie y cómo las señales ambientales influyen en su reproducción.

Una consideración ética clave en este proyecto es el bienestar de los camarones utilizados en los experimentos. Siguiendo las bases morales que rigen el desarrollo

del estudio animal, se implementan prácticas que minimizan el estrés y el sufrimiento de los organismos de estudio, garantizando un trato ético hacia los sujetos de investigación.

Desde una perspectiva epistemológica, esta investigación se enfoca en la idea que nuestro conocimiento sobre la relación entre el fotoperiodo y la reproducción de *Macrobrachium rosenbergii* se obtiene a través de la acumulación de evidencia empírica. La recopilación de datos y su análisis riguroso son esenciales para la construcción del conocimiento científico.

2.4.Definición de términos básicos

- **Crecimiento:** es al aumento en tamaño, masa o número de células de un organismo, y es un proceso clave para la supervivencia y el desarrollo de la vida (Alberts *et al.* 2002).
- **Desarrollo embrionario:** etapa por el cual un organismo multicelular se forma a partir de una sola célula, el cigoto, formándose mediante la unión de un óvulo y un espermatozoide durante la fertilización.
- **Desove:** se refiere al proceso de liberación de huevos y esperma por parte de los organismos reproductores.
- **Etapa reproductiva:** fase de un organismo en el cual está preparado y activamente involucrado en la reproducción, es decir, en la producción de descendencia.
- **Fotoperiodo:** es la duración de la exposición diaria de un organismo a la luz y la oscuridad, y es un método clave en la regulación de muchos procesos biológicos, como la floración en las plantas y la reproducción en los animales (Pittendrigh, 1960).
- **Hembra ovígera:** es una hembra que lleva sus huevos en una estructura especial llamada marsupio o saco de huevos.
- **Laboratorio:** espacio destinado a estudios y experimentación científica, donde se desarrollan diferentes procesos y pruebas para generar conocimiento y comprobar hipótesis.
- **Latencia:** Condición o estado de tiempo que transcurre entre un estímulo y la respuesta que produce.
- **Puestas:** En el contexto de la reproducción de animales, especialmente en especies que ponen huevos, una "puesta" se refiere al acto de depositar o poner huevos.

2.5.Hipótesis de la investigación

2.5.1. Hipótesis general

- El fotoperiodo influye significativamente en la etapa reproductiva de *Macrobrachium rosenbergii*.

2.5.2. Hipótesis específicas

- El fotoperiodo influye significativamente en el crecimiento peso – longitud de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho.
- El fotoperiodo influye significativamente en el periodo de latencia de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho.
- El fotoperiodo influye significativamente en la calidad de agua *de Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho.

2.6.Operacionalización las Variables

2.6.1. Identificación de variables

V. Independiente: Fotoperiodo

V. Dependiente: Etapa Reproductiva de *Macrobrachium rosenbergii*

Tabla 2. **Operacionalización de variables e indicadores**

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
V.I. Fotoperiodo	El fotoperiodo es el conjunto de procesos mediante los cuales las especies animales y vegetales regulan sus funciones biológicas, como la reproducción y el crecimiento, utilizando como referencia la alternancia de los días y las noches a lo largo del año y la duración de estas según las estaciones y el ciclo solar.	Duración del período de luz y oscuridad en un ciclo de 24 horas en un día. Es una medida de la cantidad de tiempo que un organismo está expuesto a la luz durante un período determinado.	Iluminación	Intensidad lumínica	Lux (lx)
			Tiempo	Luz Oscuridad	Horas
V.D. Etapa reproductiva de *Macrobrachium rosenbergii*	Es la fase específica en el ciclo de vida de un organismo en la que se lleva a cabo la reproducción sexual. Los individuos adquieren la capacidad de reproducirse y participan en procesos relacionados con la producción y la fertilización de gametos, la formación y el desarrollo de embriones, y la posterior generación de descendencia.	Corresponde a la etapa del ciclo de vida en la que, mediante el seguimiento del incremento en peso y longitud, se determina que el organismo ha alcanzado la madurez sexual y está en capacidad de reproducirse. El peso y la talla son evaluados cada 15 días para monitorear su desarrollo. Durante este periodo se puede medir el tiempo de latencia, entendido como el intervalo necesario para que el camarón realice el desove, el cual requiere de una observación constante.	Crecimiento	Peso longitud	gr cm
			Periodo de latencia	Tiempo de desove	Dias
			Calidad de agua	• Parámetros Físicos • Parámetros químicos	ppm

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

3.1.1. Tipo de investigación

Proyecto de Investigación tipo aplicada, porque se centra en la aplicación de conocimientos científicos y teóricos basados en el uso del fotoperiodo para resolver los problemas en la reproducción de *M. rosenbergii* y proporcionar soluciones prácticas en el cultivo.

3.1.2. Nivel de Investigación

Según Hernández Sampieri (2018) existen cuatro alcances de investigación: exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo.

La presente propuesta de investigación es de nivel explicativo debido a que establece una causa (fotoperiodo) – efecto (reproducción) entre las variables planteadas. Además, existen las variables independientes (causas) y las variables dependientes (efectos) y las hipótesis se plantean de forma que se establezca causalidad.

3.1.3. Diseño de investigación

El estudio cuenta con diseño experimental, ya que implica la observación y manipulación de una variable específica, que en este caso es el fotoperiodo, con el propósito de analizar su influencia en otra variable, concretamente, la etapa reproductiva de *M. rosenbergii* (Álvarez A., 2020).

3.1.4. Enfoque

Es estudio está enfocado en el análisis cuantitativo, ya que se recopilaron datos como el peso, talla, calidad de agua y periodo de latencia de los reproductores de *M. rosenbergii* cultivados en fotoperiodo y posteriormente se llevaron a cabo análisis cuantitativos para representarlos en forma de tablas y gráficos.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población es de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en el Laboratorio Larval de la FIP, Huacho.

3.2.2. Muestra

Se usaron 30 reproductores de *Macrobrachium rosenbergii*, distribuidos en dos grupos:

Sin Tratamiento (ST): Fotoperiodo natural.

Con tratamiento (CT): Fotoperiodo artificial con luz LED continua.

3.3. Técnicas de recolección de datos

3.3.1. Área de estudio

El estudio experimental se realizó en los ambientes del Laboratorio Larval del Centro de Investigación Acuícola (Figura 1), perteneciente a la Escuela de Ingeniería Acuícola, perteneciente a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión de Huacho en la ciudad de Huacho, departamento de Lima.

Figura 1:

Instalaciones del Laboratorio Larval, UNJFSC.



3.3.2. Acondicionamiento de laboratorio

Para la desinfección de los tanques de fibra de vidrio, acuarios, baldes y demás materiales se utilizó hipoclorito de sodio, posteriormente se enjuaga con abundante agua y se procedió a ordenar los materiales en el estante del Laboratorio Larval.

3.3.3. Obtención de ejemplares de *Macrobrachium rosenbergii*

Originariamente los ejemplares en estudio procedieron de la Empresa Acuacultura Las Palmas S.A.C., ubicado en la ciudad de Tarapoto, las primeras etapas juveniles fueron aclimatados en las condiciones de costa

central (Distrito de Santa María, Huacho) desde diciembre del 2022 hasta el mes enero del 2023.

Los ejemplares antes descritos fueron trasladados al Laboratorio Larval de la Facultad de Ingeniería Pesquera a fin de realizar el presente estudio.

3.3.4. Manejo de reproductores

Los camarones fueron sembrados en tanques circulares de fibra de vidrio con capacidad de $1m^3$ en una proporción de 2:1 (2 hembras y 1 macho) con aireación continua y con temperatura promedio de 26.5°C (Fig. 2).

El estanque 01 con fotoperiodo natural (12hrs L: 12hrs O) estuvo descubierto y el tanque 02 con fotoperiodo artificial (24hrs L: 0hrs O) estuvo cubierto con toldo negro para impedir el paso de la luz natural e iluminado con luz led a de intensidad lumínica de 1084 lx sobre la superficie del agua.

Figura 2:

Unidades de cultivo de Macrobrachium rosenbergii



3.3.5. Alimentación de reproductores

Durante los 3 primeros meses de cultivo los ejemplares fueron alimentados con alimento balanceado peletizado de 35% de proteína de 2.5 mm de marca Nicovita a una Tasa de Alimentación del 4% y los 3 últimos 3 meses se les suministró alimento peletizado de 4mm de 35% de proteína a 1.5% de la tasa de alimentación.

3.3.6. Técnicas empleadas

Los datos fueron obtenidos mediante las biometrías para obtener registros de peso y tallas. Así como también, como el análisis de calidad de agua y conteos finales, que son descritos a continuación:

3.3.6.1.Evaluación del crecimiento

Se evaluó el peso y la longitud cada 15 días una vez instaladas las unidades experimentales hasta la culminación de la fase experimental (Figura 3). Se hizo uso de un ictiómetro y una balanza digital. Y mediante los resultados obtenidos se evaluó la eficiencia de los tratamientos y conocer cómo iban desarrollándose los ejemplares.

Figura 3:

Biometría de los ejemplares de Macrobrachium rosenbergii



3.3.6.2.Evaluación del periodo de Latencia

- **Identificación de hembras grávidas**

Los reproductores de *Macrobrachium rosenbergii* fueron colocados en una proporción de 2:1 (2 hembras y 1 macho) en tanques de fibra de vidrio de 1m3 de capacidad.

Se realizó el seguimiento y evaluación externa diariamente (17:00 horas) de los reproductores (Fig. 4) en donde se logró identificar hembras maduras en el mes 3 del experimento con peso de 17.9 gr y 14. 4 cm de longitud en el tratamiento con 24 hrs luz continua y en el mes 4 con peso de 20.35 gr y 14.14 cm de longitud en el tratamiento estándar.

Figura 4:

Revisión externa de reproductores de M. rosenbergii

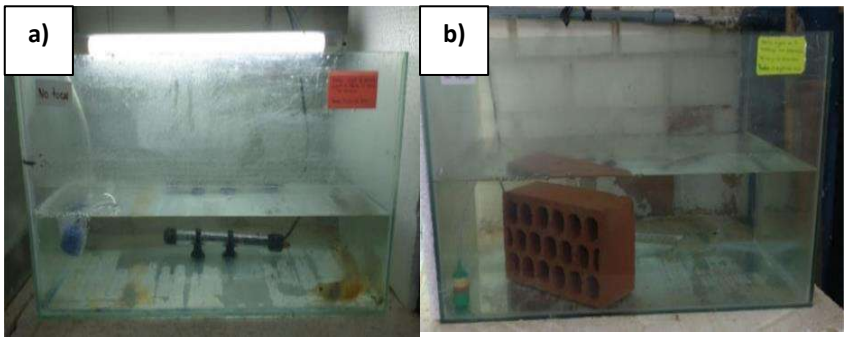


- **Incubación de huevos**

Las hembras ovígeras, fueron separadas en acuarios de vidrio de 45 litros (Fig. 5) con 3% de salinidad y aireación constante. Los acuarios estuvieron acondicionados de acuerdo a la unidad experimental de donde provenían. Es decir, se implementó 02 acuarios de vidrio, el primero con condiciones naturales y el segundo con un fluorescente iluminando las 24 horas del día.

Figura 5:

Acuarios de mantenimiento de hembras ovígeras (a. 24 hrs luz continua, b. tratamiento estándar).



Posteriormente, para evaluar el periodo de latencia implica el tiempo que tardó una hembra ovígera en desovar y fue calculado desde el día de separación de la hembra hasta el día de desove, el decir una vez cumplido el proceso de desarrollo embrionario. Para ello se llevó un registro de los días transcurridos. De la misma forma, durante la incubación se realizaron muestreos (Fig. 6) de los huevos para observar el proceso de desarrollo embrionario.

Figura 6:

Desarrollo embrionario de ovas de M. rosenbergii



3.3.6.3.Evaluación de los parámetros físicos químicos del agua

Las mediciones fueron evaluadas diariamente con ayuda de un termómetro digital y un kit de colorimetría (Fig. 7). Para las hembras ovígeras, se midió pH y salinidad del agua una vez al día empleando un multiparámetro marca YSI 5200A y un Portable Refractometer.

Los parámetros como amonio, nitrito, nitrato y dureza fueron evaluados una vez a la semana con un kit de análisis de agua por colorimetría marca API.

Figura 7:

Medición de parámetros de calidad de agua



3.4. Técnicas de procesamiento de información

Los datos fueron procesados en Excel 2016 y IBM SPSS Statistics V22.0 con el objetivo de evaluar la influencia del fotoperiodo en la etapa reproductiva de *Macrobrachium rosenbergii.*

3.4.1. Estadística descriptiva

La información es representada visualmente a través de gráficos de barras o gráficos lineales en Microsoft Excel 2016. Estos gráficos muestran la relación entre el fotoperiodo y los parámetros reproductivos.

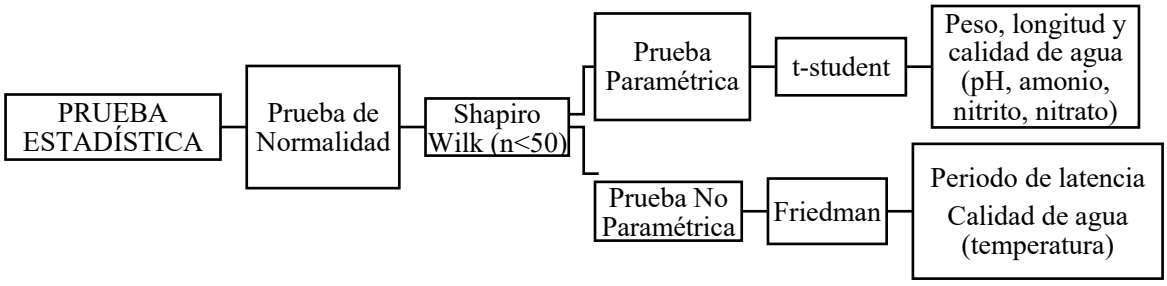
3.4.2. Estadística inferencial

Para examinar la relación entre el fotoperiodo y la etapa reproductiva de *Macrobrachium rosenbergii*, se empleó el estadístico IBM SPSS Statistics V22.0 para realizar el análisis de varianza (ANOVA), el criterio de significancia fue realizado mediante una prueba de normalidad (Test de Shapiro- Wilk) y se determinó si las variables son paramétricas o no paramétricas (Fig. 8).

Posteriormente, se llevó a cabo pruebas de hipótesis, como la prueba t de Student para muestras paramétricas y Friedman para muestras no paramétricas, para determinar la eficiencia en los parámetros reproductivos entre los diferentes niveles de fotoperiodo.

Figura 8:

Esquema estadístico en IBM SPSS Statistics V22.0



CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados

Del procesamiento de los datos recogidos de ambos tratamientos por un periodo de 6 meses se han determinado los resultados descriptivos, usando gráficos lineales y de barras el cual se muestran en tablas y figuras para su análisis.

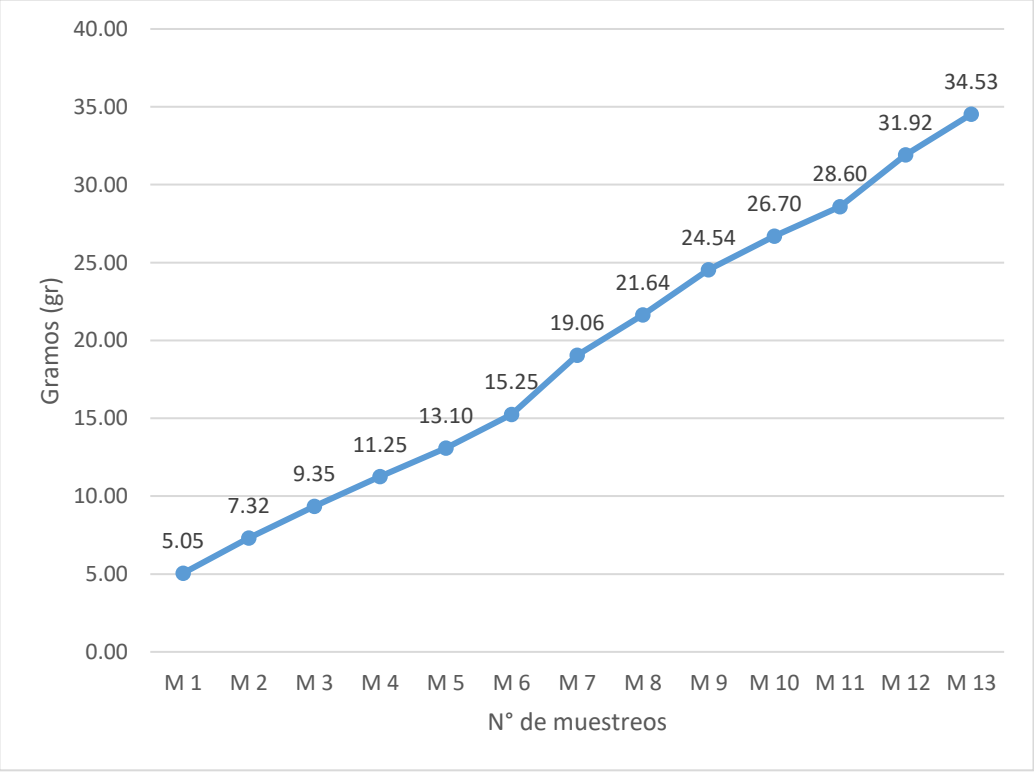
4.1.1. Peso de reproductores de *M. rosenbergii*.

Se observa el incremento de peso de *M. rosenbergii* en el experimento sin luz continua (12 horas luz: 12 horas oscuridad), el peso promedio inicial fue de 5.05 gr y al finalizar el experimento alcanzaron 34.53 gr, representando una ganancia neta de 29.47 gr durante un periodo de 6 meses.

En la Figura 9 se observa la curva de crecimiento de los 13 realizados durante la investigación, evidenciando el incremento de peso en los ejemplares cultivados en condiciones naturales de fotoperiodo.

Figura 9:

Crecimiento de reproductores de M. rosenbergii en tratamiento sin luz continua



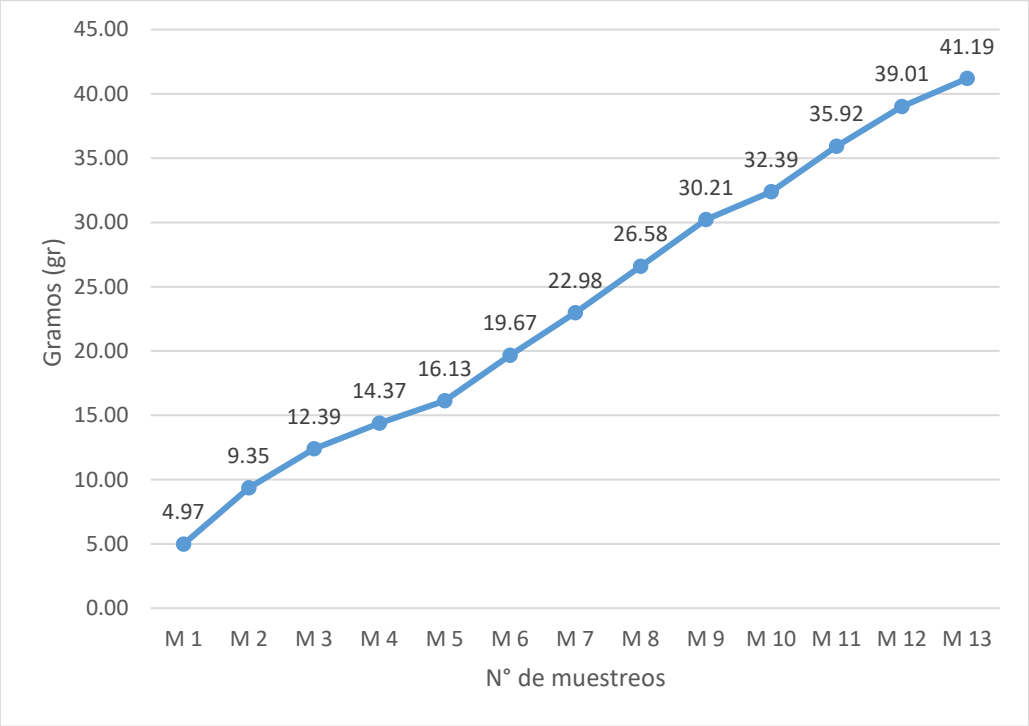
Fuente: Elaboración propia

En el caso de aquellos reproductores que fueron sometidos al experimento 24 horas luz continua, se aprecia mayor incremento en el peso promedio en comparación del tratamiento estándar. El peso inicial fue de 4.97 gr, logrando finalizar el experimento con 41.19 gr en un periodo de 6 meses.

En la figura 10 se observa la curva de crecimiento, evidenciando que el tratamiento 24 horas luz continua favoreció un mayor desarrollo de los ejemplares de *M. rosenbergii*.

Figura 10:

Crecimiento de reproductores de M. rosenbergii en tratamiento 24 horas luz continua

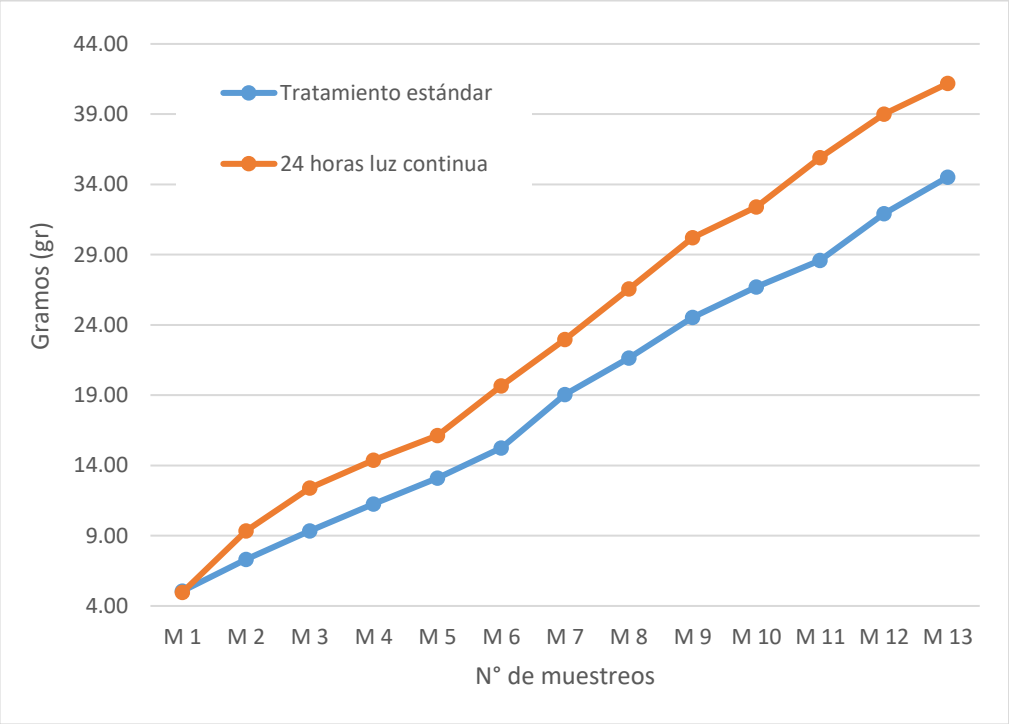


Fuente: Elaboración propia

Al finalizar el experimento, se realizó un análisis comparativo de los tratamientos. En la Figura 11, se aprecia la superioridad en el crecimiento de aquellos individuos sometidos a 24 horas luz continua, mostrando un peso final promedio de 41.19 gr, frente a los 34.53 gr registrado del grupo con tratamiento estándar.

Figura 11:

Comparación del peso por muestreo de reproductores de M. rosenbergii de ambos tratamientos.



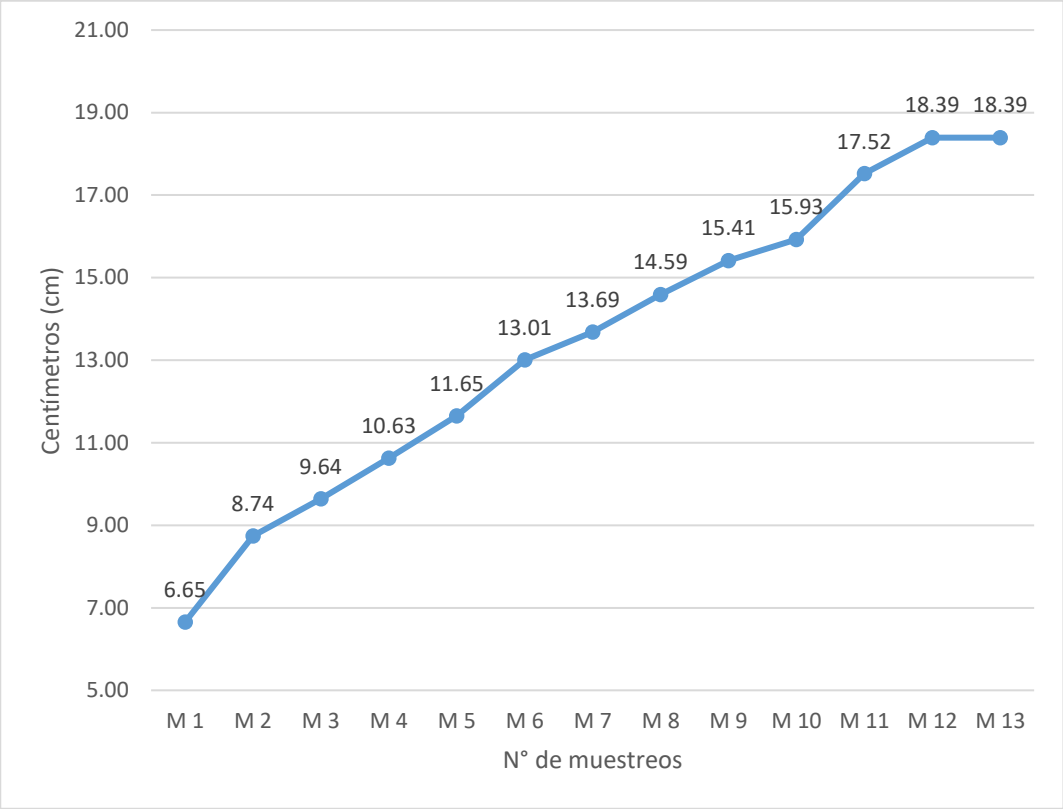
Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Longitud de reproductores de *M. rosenbergii*.

Se registró un incremento significativo en la longitud de *Macrobrachium rosenbergii* durante el experimento sin tratamiento. La longitud promedio inicial fue de 6.65 cm, alcanzando 18.39 cm al finalizar el periodo experimental, lo que representa un incremento total de 11.74 cm en un periodo de 6 meses. En la Figura 12, se presenta la curva de crecimiento correspondiente a los 13 muestreos realizados, donde se observa la evolución de la longitud de los reproductores cultivados bajo un fotoperiodo de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad durante la investigación.

Figura 12

Incremento de longitud de reproductores de M. rosenbergii con tratamiento estándar.

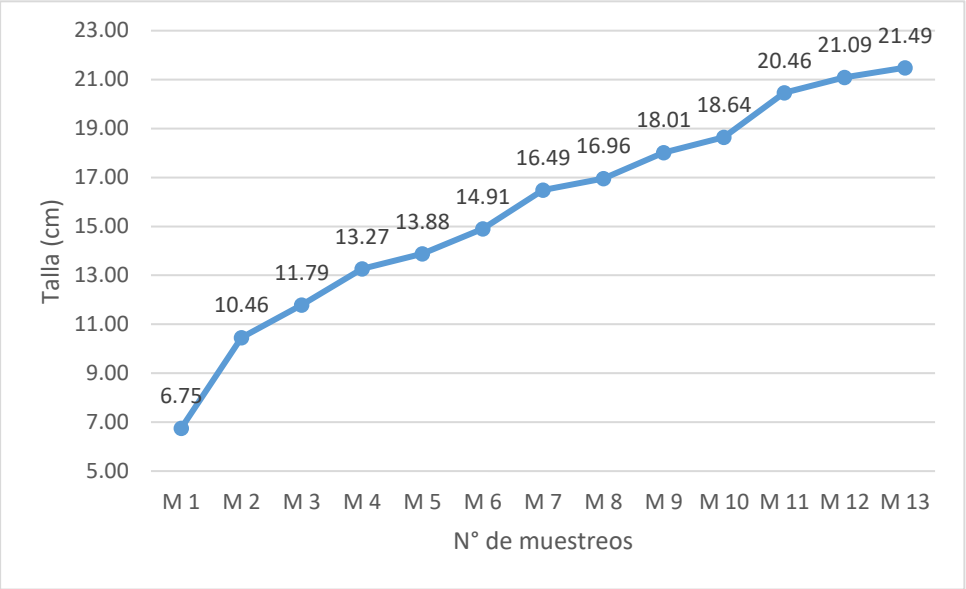


Fuente: Elaboración propia

En el tratamiento 24 hrs luz continua, los ejemplares *de M. rosenbergii* mostraron un notable incremento en la longitud promedio durante los 6 meses de evaluación. La longitud inicial fue de 6.75 cm y alcanzó un valor final de 21.49 cm, representando un incremento total de 17.74 cm durante la fase final. En la figura 13 se muestra la tendencia de crecimiento en longitud, demostrando un desarrollo sostenido y favorable bajo condiciones de luz continua.

Figura 13:

Incremento de longitud de reproductores de M. rosenbergii con tratamiento 24 hrs luz continua.

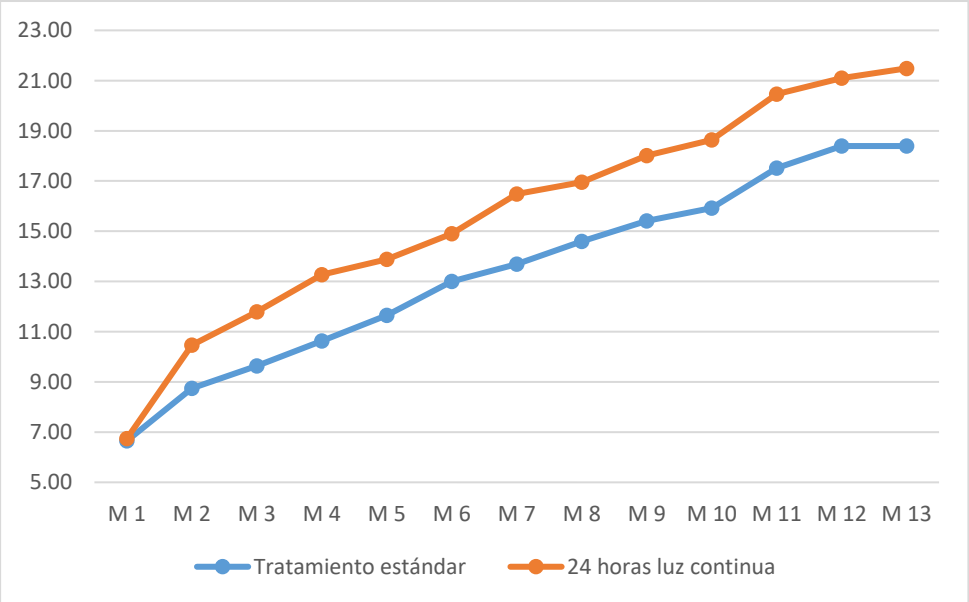


Fuente: Elaboración propia

Se muestra una comparación entre ambos tratamientos desde el inicio hasta el final del experimento. En la figura 14 se observa un crecimiento exponencial de aquellos ejemplares sometidos a 24 hrs luz continua a comparación de aquellos que fueron sometidos al tratamiento estándar de 12 horas luz: 12 horas oscuridad.

Figura 14:

Comparación de ganancia de longitud por muestreo de reproductores de M. rosenbergii de ambos tratamientos.



4.1.3. Periodo de latencia

Durante el experimento de seis meses, se evidenció que las hembras ovígeras de *Macrobrachium rosenbergii* expuestas a 24 horas de luz continua presentaron un periodo de latencia más corto. Según lo mostrado en la tabla 3, dicho tratamiento registró un periodo de latencia de 21 días, siendo menor en comparación con el tratamiento estándar, cuyo mínimo fue de 24 días.

Tabla 3:

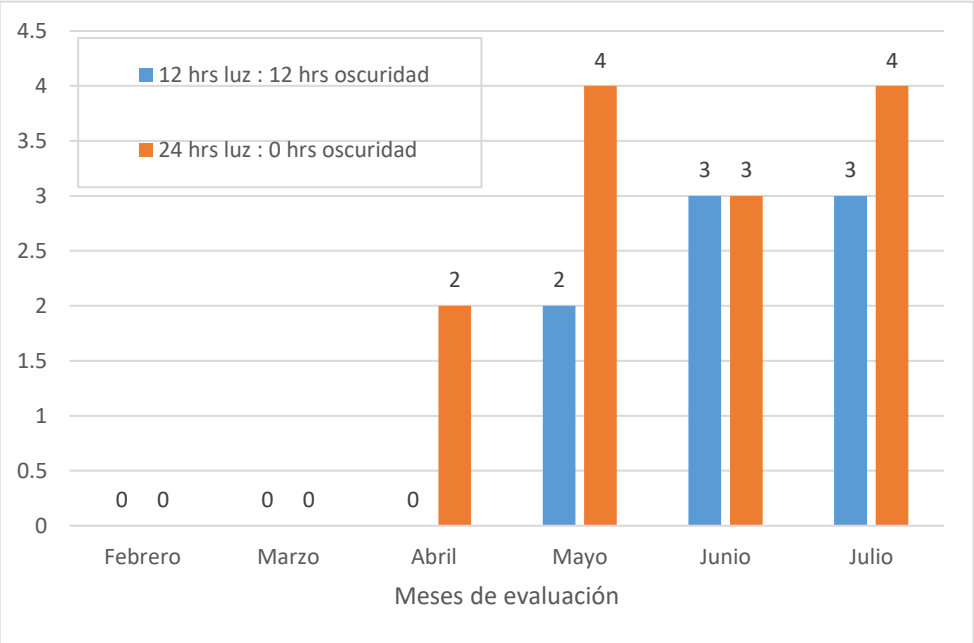
Periodo de latencia de hembras ovígeras en ambos tratamientos.

Tratamiento	Mínimo	Máximo
12 hrs luz: 12 hrs Oscuridad	24	28
24 hrs luz: 0 hrs Oscuridad	21	24

De igual forma, se analizó el número de puestas en ambos tratamientos. Tal como se muestra en el Gráfico 15, se encontró que las hembras ovígeras expuestas a 24 horas de luz continua produjeron un total de 13 puestas, mientras que aquellas sometidas al tratamiento estándar de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad tuvieron 8 puestas.

Gráfico 15:

Número de puestas de los ejemplares de ambos tratamientos



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico también se muestra que, en gran parte de los meses evaluados, las hembras del tratamiento 24 horas luz continua registraron un mayor número de puestas, específicamente en los meses de mayo y julio, lo que refleja la alta eficiencia del tratamiento luz continua. Además, se identificaron diferencias importantes en el inicio del periodo de puestas, en tratamiento estándar se registró en el mes de mayo, en cambio en el tratamiento 24 horas luz continua, la primera puesta se registró en el mes de abril, lo que demuestra un retraso en el inicio de madurez sexual de los ejemplares del tratamiento estándar.

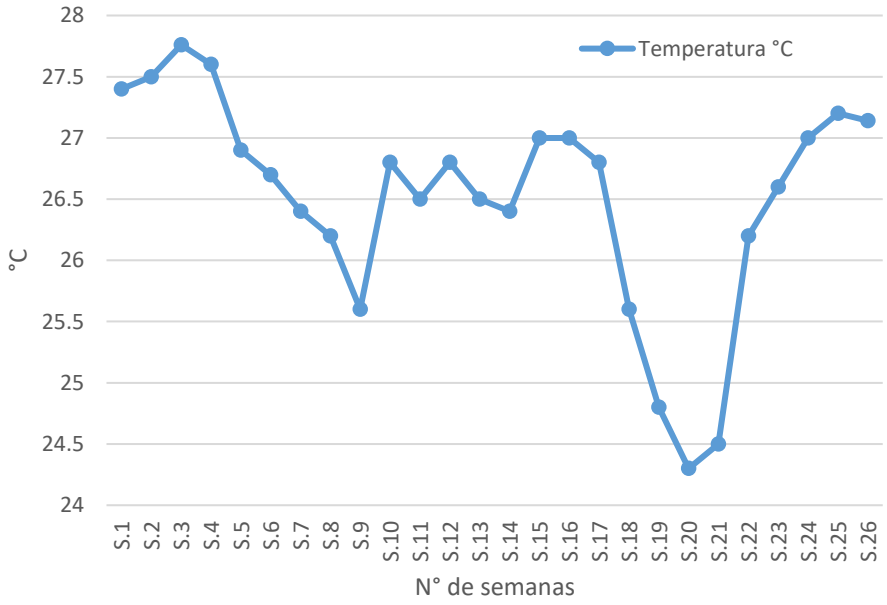
4.1.4. Calidad de agua

a) Temperatura (°C)

En la Figura 16 se observa los valores de temperatura registrados durante la etapa experimental para el tratamiento de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad aplicado a los ejemplares de *Macrobrachium rosenbergii*. Durante este proceso, la temperatura del agua se mantuvo en un promedio de 26.5 °C, alcanzando un valor máximo de 27.8 °C y un mínimo de 24.3 °C.

Figura 16:

Valores de Temperatura (°C) del tratamiento estándar de 12 horas de luz y 12 horas.



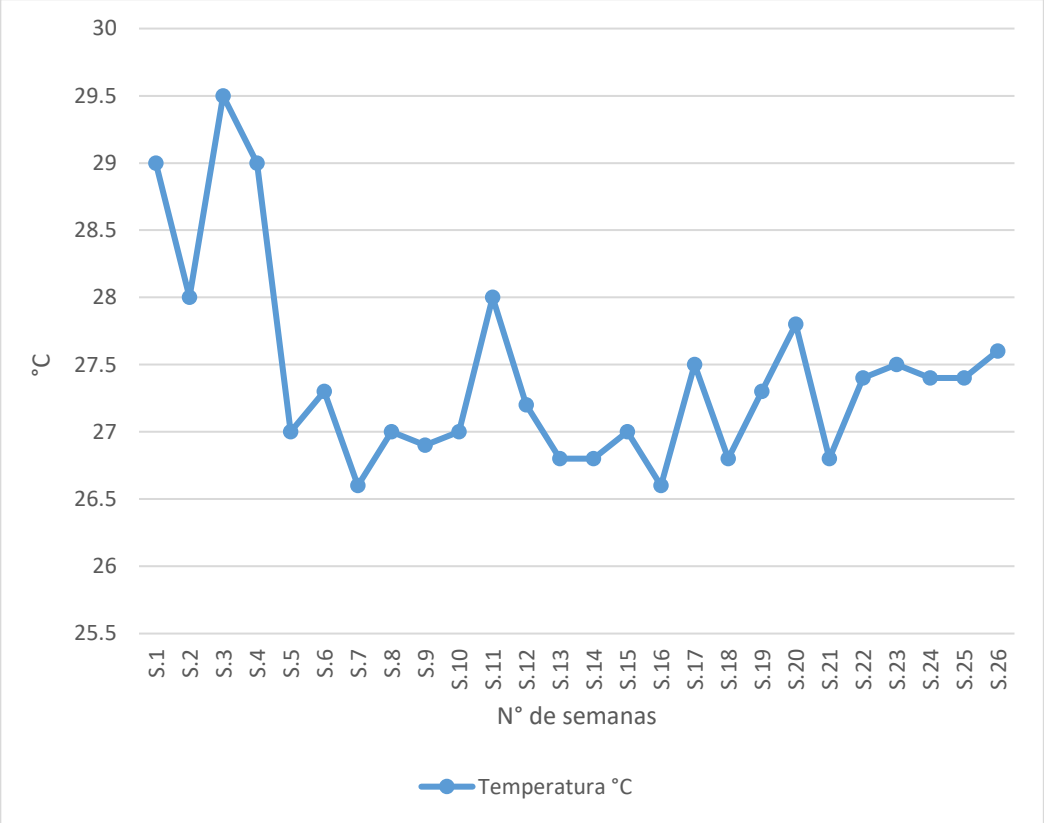
Fuente: Elaboración propia

También se observa que hubo picos muy bajos de temperatura durante la semana 20 y 21 que corresponde al mes de junio.

De manera similar, la figura 17 muestra los valores de temperatura del agua registrados para el tratamiento de 24 horas de luz continua. En este caso, se obtuvo una temperatura promedio de 27.4 °C, con un valor máximo de 29.5 °C registrado durante la segunda semana del mes de febrero y un valor mínimo de 26.6 °C.

Figura 17:

Valores de Temperatura (°C) del tratamiento 24 hrs luz continua.



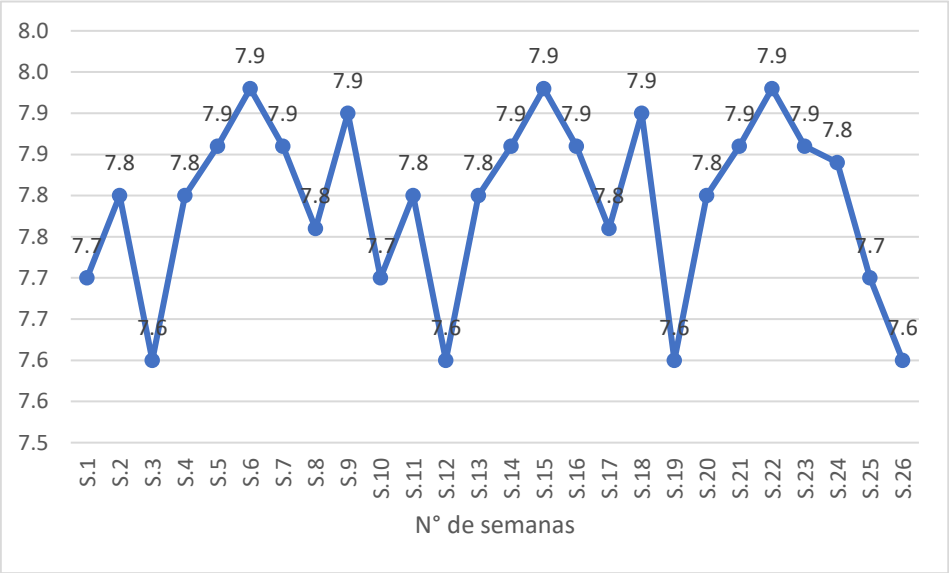
Fuente: Elaboración propia

b) pH

En la figura 18, se muestra el valor máximo de pH registrado en el tratamiento estándar de 12 horas de luz y 12 horas fue 7.9, mientras que el valor mínimo fue 7.6, logrando mantenerse en promedio de 7.8 durante el proceso experimental.

Figura 18:

Valores de pH del tratamiento estándar de 12 horas de luz y 12 horas oscuridad.

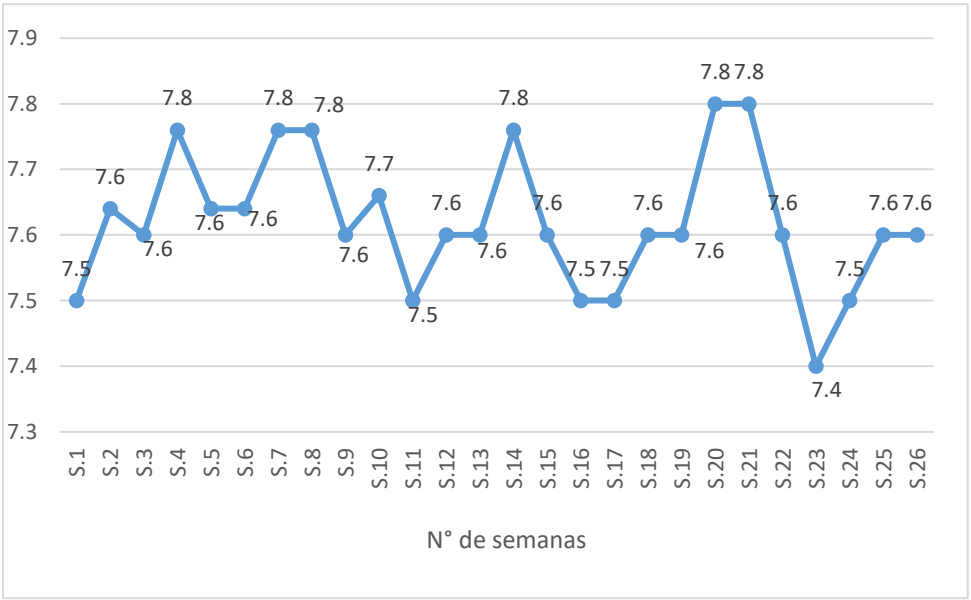


Fuente: Elaboración propia

En cuanto al tratamiento 24 hrs luz continua, en la figura 19 se muestra que el valor máximo registrado de pH fue de 7.8, mientras el valor mínimo fue 7.2, lográndose mantener en promedio de 7.6 hasta finalizar la etapa experimental.

Figura 19:

Valores de pH del tratamiento 24 hrs luz continua.



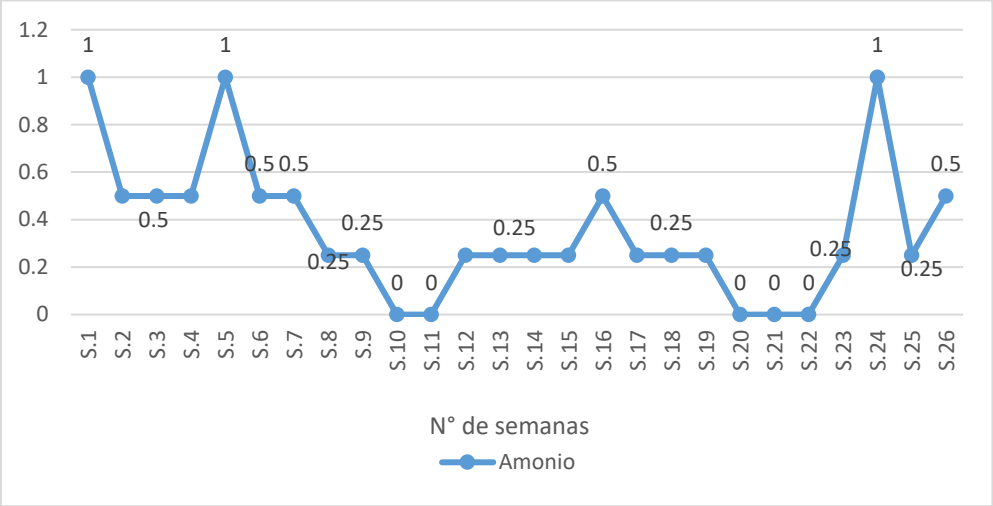
Fuente: Elaboración propia

c) Amonio

En la Figura 20 se presente el valor promedio de amonio durante el proceso experimental en el tratamiento estándar fue 0.4 ppm, resultando el valor máximo 1 ppm, y como valor mínimo 0 ppm, siendo estos los valores adecuados para el cultivo de *M. rosenbergii*.

Figura 20:

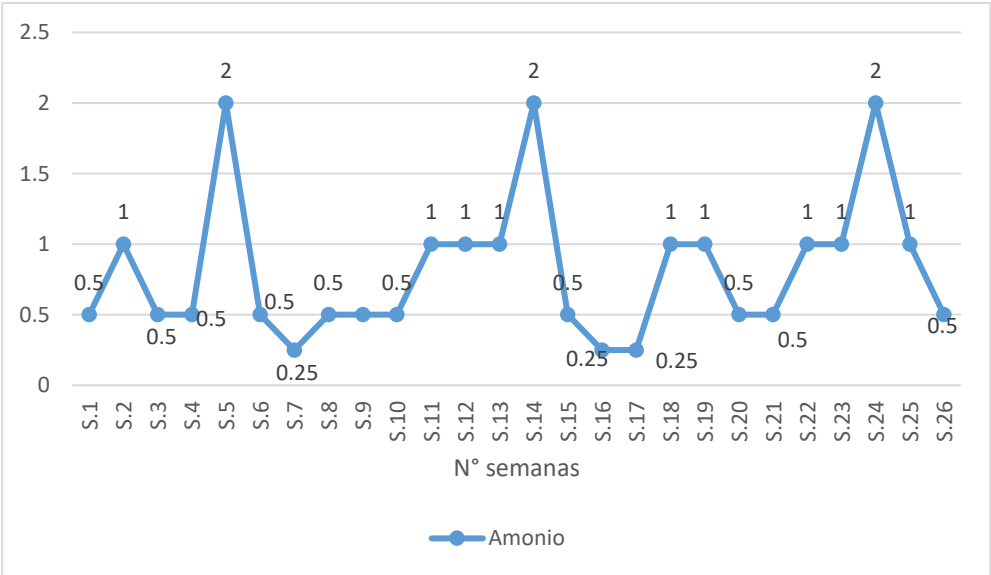
Valores de Amonio de ambos tratamientos experimentales.



La figura 21 muestra los valores de amonio registrados durante el tratamiento de 24 horas de luz continua. En este tratamiento, se obtuvo un valor promedio de 0.8 ppm, con picos máximos de 2 ppm en tres ocasiones y un valor mínimo de 0.25 ppm.

Figura 21:

Valores de Amonio del tratamiento 24 hrs luz continua

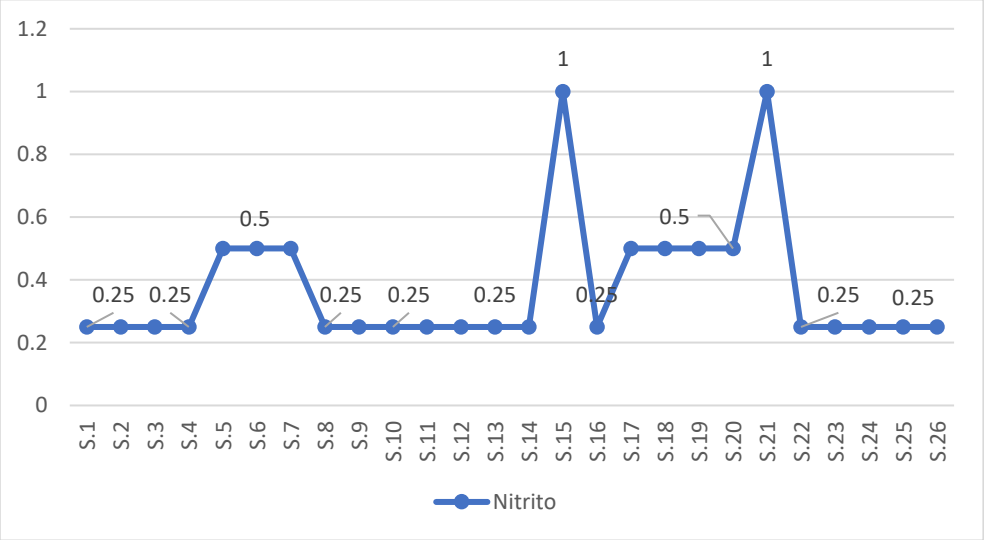


d) Nitrito

La figura 22 muestra los niveles de nitrito registrados en el tratamiento estándar. En este tratamiento, el valor promedio fue de 0.4 ppm, con un valor máximo de 1 ppm y un mínimo de 0.25 ppm.

Figura 22:

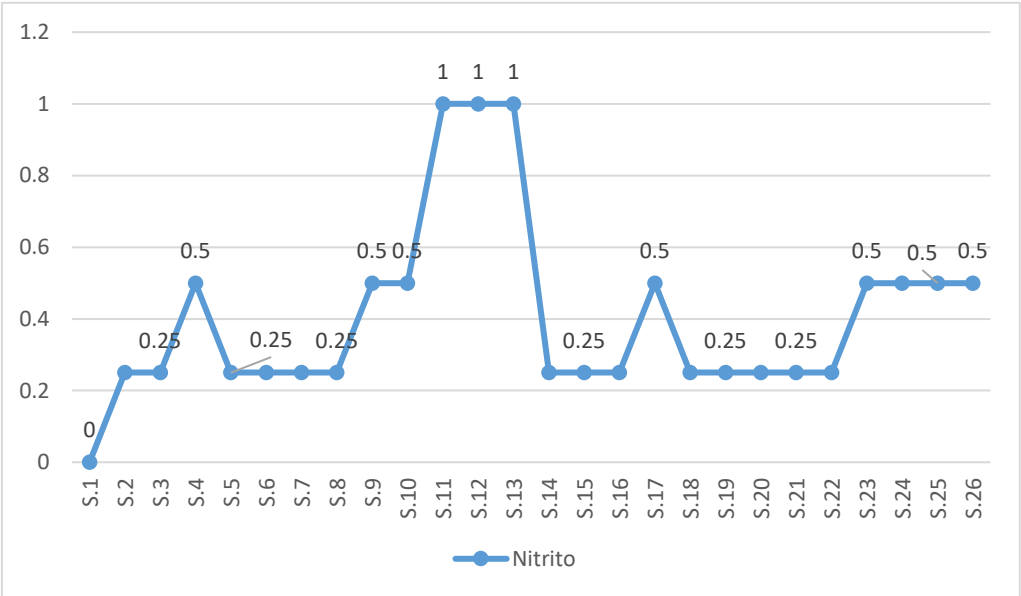
Valores de Nitrito del tratamiento estándar de 12 horas de luz y 12 horas oscuridad.



La figura 23 presenta los niveles de nitrito registrados en el tratamiento de 24 horas de luz continua. En este caso, se obtuvo un valor promedio de 0.4 ppm, con un valor máximo de 1 ppm y un mínimo de 0 ppm.

Figura 23:

Valores de Nitrito del tratamiento 24 hrs luz continua.

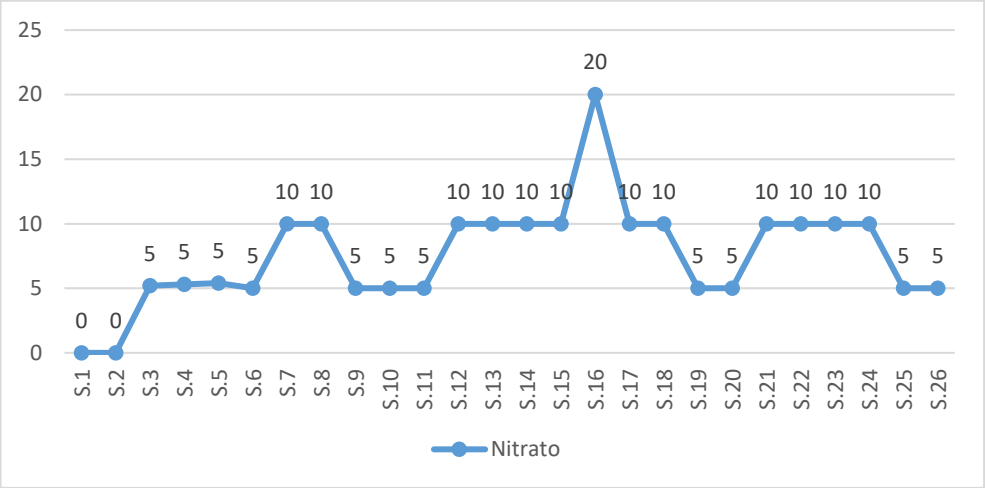


e) Nitrato

En la figura 24 se muestra que, en el tratamiento 12 horas luz y 12 horas oscuridad a los que fueron sometidos los ejemplares de *M. rosenbergii* el valor promedio de nitrato fue 7.5 ppm, siendo el valor máximo 20 ppm y el valor mínimo 0 ppm en la etapa experimental.

Figura 24:

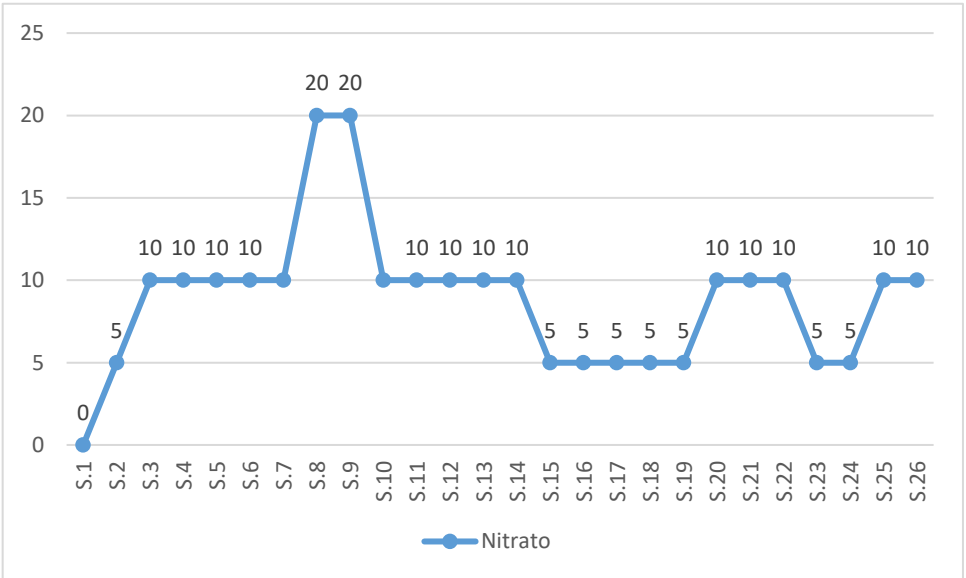
Valores de Nitrato del tratamiento estándar de 12 horas de luz y 12 horas oscuridad.



La figura 25 muestra los valores de nitrato registrados en el tratamiento de 24 horas de luz continua. Se obtuvo un valor promedio de 8.8 ppm, con un mínimo de 0 ppm y un valor máximo de 20 ppm.

Figura 25

Valores de Nitrato del tratamiento 24 hrs luz continua.



4.2. Contrastación de la hipótesis general

Hipótesis específica (estadística)	Contrastación (pruebas estadísticas)	Hipótesis general
HE_1: El fotoperiodo influye significativamente en el crecimiento peso – longitud de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho. HE_0: El fotoperiodo no influye significativamente en el crecimiento peso – longitud de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho.	**Peso:** p valor = 0.000 < α = 0.05 **Decisión:** se rechaza la hipótesis nula (si hay diferencia sig.). **Longitud:** p valor = 0.000 < α = 0.05 **Decisión**: se rechaza la hipótesis nula (si hay diferencia sig.).	HG_1: El fotoperiodo influye significativamente en la etapa reproductiva de *Macrobrachium rosenbergii.* HG_0: El fotoperiodo no influye significativamente en la etapa reproductiva de *Macrobrachium rosenbergii.* **Contrastación de hipótesis general** Debido, a que en los tres objetivos específicos planteados en la investigación se rechazaron la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna, se concluye que, se acepta la hipótesis general alterna, demostrando que el fotoperiodo influye significativamente en la reproducción de *M. rosenbergii.*
HE_2: El fotoperiodo influye significativamente en el periodo de latencia de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho. HE_0: El fotoperiodo no influye significativamente en el periodo de latencia de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho.	**Periodo de latencia:** p valor = 0.005 < α = 0.05 **Decisión**: se rechaza la hipótesis nula (si hay diferencia sig.).	
HE_3: El fotoperiodo influye significativamente en la calidad de agua de *Macrobrachium rosenbergii* bajo condiciones de laboratorio. HE_0: El fotoperiodo no influye significativamente en la calidad de agua de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho.	**Temperatura:** p valor = 0.000 < α = 0.05 Decisión: Se rechaza la Ho. **pH:** p valor = 0.730 > α = 0.05 Decisión: Se acepta la Ho. **Amonio**: p valor = 0.432 > α = 0.05 Decisión: Se acepta la Ho. **Nitrito:** p valor = 0.660 > α = 0.05 Decisión: Se acepta la Ho. **Nitrato:** p valor = 0.001 < α = 0.05 Decisión: Se rechaza la Ho.	

4.3. Contrastación de hipótesis específicas

4.3.1. Efecto del fotoperiodo en el crecimiento peso – longitud de reproductores de *Macrobrachium rosenbergii*.

Para conocer e identificar el efecto de fotoperiodo en el crecimiento peso – longitud de los ejemplares de *Macrobrachium rosenbergii* en ambos tratamientos, se realizó la prueba de normalidad para conocer si existe normalidad o no y para determinar si emplearemos prueba paramétrica o no paramétrica con el fin de demostrar la diferencia significativa.

a) Prueba T – student para la variable peso.

Al llevar a cabo la prueba de normalidad y confirmar que la variable peso sigue una distribución normal, se optó por utilizar una prueba paramétrica, en este caso la prueba T de Student. Así, en la Tabla 4, al comparar los ejemplares de *Macrobrachium rosenbergii* sometidos a dos tratamientos diferentes mediante dicha prueba, se identificaron diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$).

Tabla 4:

Prueba T-student para la variable peso de ambos tratamientos

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Peso de reproductores de *M. rosenbergii* sin tratamiento & Peso de reproductores de *M. rosenbergii* con tratamiento	13	,998	,000

Hipótesis

H_1: Existe diferencia entre el peso de los tratamientos (eficiencia del tratamiento).

H_o: No existe diferencia entre el peso de los tratamientos (baja eficiencia).

Prueba estadística

T- student para muestras relacionadas – $t = 0.998$

Decisión

P – valor > 0.05 = se acepta la hipótesis nula

P – valor < 0.05 = se rechaza la hipótesis nula

P valor = $0.000 < \alpha = 0.05$

Interpretación:

Con un nivel de confianza del 95%, el análisis mediante la prueba T de Student se obtuvo un valor p de 0.000, el cual es inferior que el nivel de significancia establecido ($\alpha = 0.05$), y un valor T de 0.998, como se muestra en la Tabla 4. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nulaindicando que existen diferencias significativas en la ganancia de peso entre los dos tratamientos evaluados.

Además, en la tabla 5, se observa que el grupo de *M. rosenbergii* expuestas a fotoperiodo 24 horas luz continua tuvo un mayor crecimiento promedio (23.47 gr.) que el grupo con tratamiento estándar (19.10 gr), con una diferencia promedio de 4.37 gr, demostrando así la alta eficiencia del tratamiento 24 horas luz continua.

Tabla 5:

Estadística de muestras emparejadas para la variable peso de ambos tratamientos

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Peso de reproductores de *M. rosenbergii* sin Tratamiento	19,1000	13	9,70470	2,69160
	Peso de reproductores de *M. rosenbergii* con tratamiento	23,4738	13	11,764760	3,262957

b) Prueba T – student para la variable longitud

Del mismo modo, se llevó a cabo la prueba de normalidad y confirmar que la variable longitud sigue una distribución normal, se optó por utilizar una prueba paramétrica, en este caso la prueba T de Student. Como se observa en la Tabla 6, al comparar los ejemplares de *Macrobrachium rosenbergii* sometidos a dos tratamientos diferentes mediante dicha prueba, se determinó que si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) por medio de la prueba T de student, que los tratamientos afectan de forma distinta en el crecimiento longitudinal de los ejemplares de *M. rosenbergii*.

Tabla 6:

Prueba T de student para la variable longitud de ambos tratamientos

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Longitud de reproductores de *M. rosenbergii* sin tratamiento & Longitud de reproductores de *M. rosenbergii* con tratamiento	16	,969	,000

Hipótesis

H_1: Existe diferencia entre la longitud de los tratamientos (eficiencia del tratamiento).

H_o: No existe diferencia entre la longitud los tratamientos (baja eficiencia).

Prueba estadística

T- student para muestras relacionadas – t = 0.969.

Decisión

P – valor > 0.05 = se acepta la hipótesis nula

P – valor < 0.05 = se rechaza la hipótesis nula

P valor = 0.000 < α = 0.05

Interpretación:

Con un nivel de confianza del 95%, el análisis mediante la prueba T de Student resultó el valor p = 0.000, el cual es menor que el nivel de significancia establecido (α = 0.05), y un valor T de 0.969, como se muestra en la Tabla 6.

Por tal motivo, se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que existen diferencias significativas el incremento de longitud (cm) entre los dos tratamientos evaluados con ejemplares de *M. rosenbergii*.

Además, en la tabla 7, se observa que el grupo de *M. rosenbergii* expuestas a fotoperiodo 24 horas luz continua por un periodo de seis meses tuvo mayor ganancia de longitud promedio (15.94 cm) que el grupo con tratamiento estándar (14.40 cm), con una diferencia promedio de 1.54 cm, indicando el efecto significativo en el aumento de longitud de ambos tratamientos y demostrando la alta eficiencia del tratamiento 24 horas luz continua.

Tabla 7:

Estadística de muestras emparejadas para longitud de ambos tratamientos

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Longitud de reproductores de *M. rosenbergii* sin tratamiento	13,4031	13	3,77513	1,04703
	Longitud de reproductores de *M. rosenbergii* con tratamiento	15,9385	13	4,56377	1,26576

4.1.1. Efecto del fotoperiodo en el periodo de latencia

Para el análisis del periodo de latencia, medido con el número de días requeridos para el desove, se evaluó empleando la prueba de Friedman para comprobar si existe o no diferencias significativas entre los tratamientos (12 horas luz: 12 oscuridad y 24 horas luz: 0 horas oscuridad). En la tabla 8, los resultados demostraron que existe diferencia significativa en el periodo de latencia entre ambos tratamientos ($p < 0,05$).

Tabla 8:

Prueba de Friedman para la variable periodo de latencia en ambos tratamientos

Estadísticos de prueba[a]

N	8
Chi-cuadrado	8,000
Gl	1
Sig. asintótica	,005

a. Prueba de Friedman

Hipótesis

H_1: Existe diferencia entre el periodo de latencia de ambos tratamientos (eficiencia del tratamiento).

H_o: No existe diferencia entre el periodo de latencia de ambos tratamientos (baja eficiencia).

Prueba estadística: Friedman para muestras relacionadas

Chi cuadrado: 8

Decisión

P – valor > 0.05 = se acepta la hipótesis nula

P – valor < 0.05 = se rechaza la hipótesis nula

P valor = 0.005 < α = 0.05

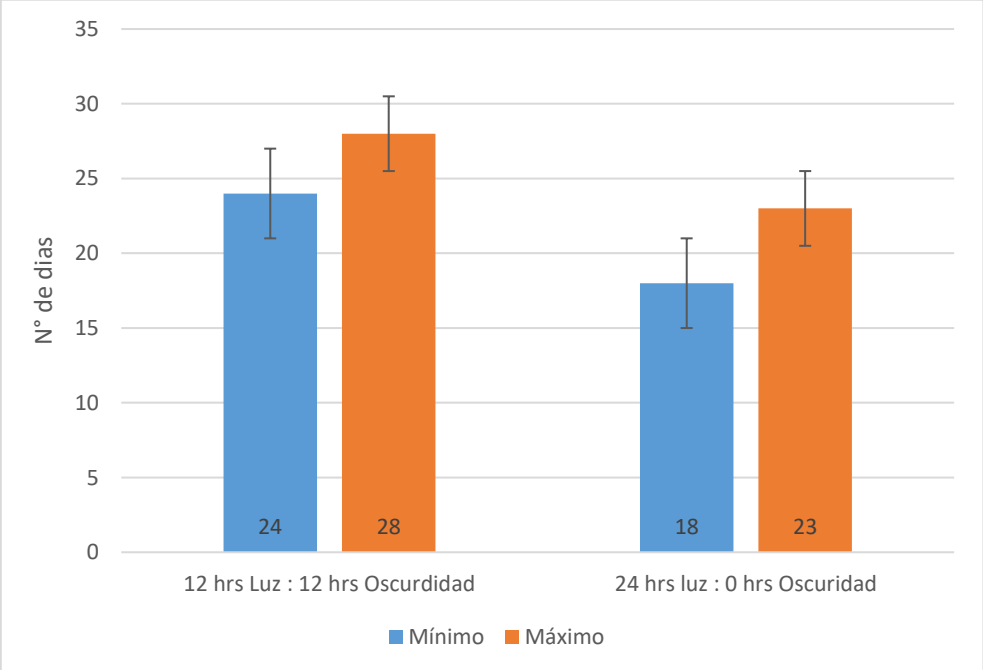
Interpretación:

Con un nivel de confianza del 95%, en la prueba de Friedman se obtuvo el p valor 0.005 < α= 0.05, como se observa en la Tabla 8. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula. Es decir, se acepta la hipótesis alterna y se observa la diferencia entre el periodo de latencia de ambos tratamientos.

Además, en la figura 26, se muestra aquellos ejemplares de *Macrobrachium rosenbergii* sometidos al tratamiento estándar (12 horas luz: 12 horas oscuridad) presentaron un periodo de latencia más largo en comparación con aquellos expuestos al fotoperiodo continuo (24 horas luz: 0 oscuridad). El tratamiento estándar reportó un mínimo de 24 días y un máximo de 28 días de periodo de latencia, mientras que el tratamiento 24 horas luz continua tuvo como mínimo 18 días y máximo 23 días de periodo de latencia.

Figura 26:

Periodo de latencia de reproductores de M. rosenbergii de ambos tratamientos



4.1.2. Efecto del fotoperiodo en la calidad de agua

4.1.3.1. Temperatura (°C)

La tabla 9 presenta los resultados del análisis estadístico aplicado a la variable temperatura. Previamente, se realizó una prueba de normalidad y, al no cumplirse con los supuestos de normalidad, se optó por aplicar una prueba no paramétrica. Se utilizó la prueba de Friedman para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos de 12 horas luz:12 horas oscuridad y 24 horas luz:0 horas oscuridad.

Tabla 9

Prueba de Friedman para la variable temperatura de M. rosenbergii en ambos tratamientos.

Estadísticos de prueba[a]

N	26
Chi-cuadrado	21,160
gl	1
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

Hipótesis

H_1: Existe diferencia entre la variable temperatura de ambos tratamientos (eficiencia del tratamiento).

H_o: No existe diferencia entre la variable temperatura de ambos tratamientos (baja eficiencia).

Prueba estadística: Friedman para muestras relacionadas

Chi cuadrado: 21.160

Decisión

P – valor > 0.05 = se acepta la hipótesis nula

P – valor < 0.05 = se rechaza la hipótesis nula

P valor = 0.000 < α = 0.05

Interpretación

Con un nivel de confianza del 95%, la prueba de Friedman arrojó un valor p de 0.000, inferior al nivel de significancia establecido (α = 0.05), como se muestra en la Tabla 9. Por ello, se rechaza de la hipótesis nula y, en

consecuencia, a la aceptación de la hipótesis alterna, evidenciando diferencias significativas en el periodo de latencia entre los tratamientos evaluados. Esto quiere decir y comprueba que el tratamiento 24 horas luz continua tuvo un impacto relevante en el comportamiento de la temperatura a comparación de los valores registrados en el tratamiento estándar.

4.1.3.2. pH

Dado que la variable pH es paramétrica, se realizó la prueba T de student para demostrar si existen diferencia significativa entre los tratamientos (12 horas luz: 12 horas oscuridad y 24 horas luz: 0 horas oscuridad).

Tabla 10:

Prueba T-student para la variable pH de ambos tratamientos

		N	Correlación	Sig.
Par 1	pH promedio semanal de *M. rosenbergii* sin tratamiento & pH promedio semanal *de M. rosenbergii* con tratamiento	26	,071	,730

Hipótesis

H_1: Existe diferencia entre la variable pH de los tratamientos (eficiencia del tratamiento).

H_o: No existe diferencia entre la variable pH de los tratamientos (baja eficiencia).

Prueba estadística

T- student para muestras relacionadas – t = 0.071.

Decisión

P – valor > 0.05 = se acepta la hipótesis nula

P – valor < 0.05 = se rechaza la hipótesis nula

P valor = 0.730 > α = 0.05

Interpretación:

Con un nivel de confianza del 95%, el análisis mediante la prueba T de Student resultó el valor p = 0.730, el cual es mayor que el nivel de

significancia establecido (α = 0.05), y un valor T de 0.071, como se muestra en la Tabla 10. Al ser el p valor superior a 0.05, se acepta la hipótesis nula, lo que indica que no hay diferencias significativas entre ambos tratamientos. Es decir, el fotoperiodo de 24 horas de luz continua no afecta la calidad del agua en términos de rangos de pH.

Por otro lado, en la tabla 11 se observa que las medias de ambos tratamientos son similares, confirmando que no existe diferencias entre ambos tratamientos y el fotoperiodo continuo no impactó negativamente en el pH del agua del cultivo de *M. rosenbergii*.

Tabla 11:

Estadística de muestras emparejadas para el pH de ambos tratamientos.

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	pH promedio semanal de *M. rosenbergii* sin tratamiento	7,793	26	,1069	,0210
	pH promedio semanal de *M. rosenbergii* con tratamiento	7,5892	26	,15349	,03010

41.3.3. Amonio

Para la variable amonio, al ser una variable paramétrica, se realizó la prueba de T- student para evaluar si existe diferencia significativa entre los tratamientos (12 horas luz: 12 horas oscuridad y 24 horas luz: 0 horas oscuridad).

Tabla 12:

Prueba T-student para la variable amonio de ambos tratamientos

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Amonio promedio semanal de *M. rosenbergii* sin tratamiento & Amonio promedio semanal *de M. rosenbergii* con tratamiento	26	-,161	,432

Hipótesis

H_1: Existe diferencia entre la variable amonio de los tratamientos (eficiencia del tratamiento).

H_o: No existe diferencia entre la variable amonio de los tratamientos (baja eficiencia).

Prueba estadística

T- student para muestras relacionadas – t = -0.161.

Decisión

P – valor > 0.05 = se acepta la hipótesis nula

P – valor < 0.05 = se rechaza la hipótesis nula

P valor = 0.432 > α = 0.05

Interpretación:

Con un nivel de confianza del 95%, el análisis mediante la prueba T de Student resultó el valor p = 0.432, el cual es mayor que el nivel de significancia establecido (α = 0.05), y un valor T = -0.161 como se muestra en la Tabla 12. Ante ello, se observa que no existe diferencias significativas entre los valores de amonio en el agua de ambos tratamientos permitiendo así aceptar la hipótesis nula.

Además, en la tabla 13 se demuestra las pocas variaciones de medias de los tratamientos a los que fueron sometidos los ejemplares de *M. rosenbergii*, es decir el fotoperiodo 24 horas luz continua no alteró las concentraciones de amonio en la calidad de agua del cultivo.

Tabla 13:

Estadística de muestras emparejadas para la variable amonio de ambos tratamientos.

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Amonio promedio semanal de *M. rosenbergii* sin tratamiento	,5135	26	,23452	,04599
	Amonio promedio semanal de *M. rosenbergii* con tratamiento	,4215	26	,23073	,04525

4.1.3.4. Nitrito

Para la variable nitrito se realizó la prueba de normalidad y al ser una variable paramétrica, también se realizó la prueba de T- student para determinar si existe diferencia significativa entre los tratamientos (12 horas luz: 12 horas oscuridad y 24 horas luz: 0 horas oscuridad).

Tabla 14:

Prueba T-student para la variable nitrito de ambos tratamientos

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Nitrito promedio semanal de *M. rosenbergii* sin tratamiento & Nitrito promedio semanal de *M. rosenbergii* con tratamiento	26	,090	,660

Hipótesis

H_i: Existe diferencia entre la variable nitrito de los tratamientos (eficiencia del tratamiento).

H_o: No existe diferencia entre la variable nitrito de los tratamientos (baja eficiencia).

Prueba estadística

T- student para muestras relacionadas – t = 0.090.

Decisión

P – valor > 0.05 = se acepta la hipótesis nula

P – valor < 0.05 = se rechaza la hipótesis nula

P valor = 0.660 > α = 0.05

Interpretación:

Con un nivel de confianza del 95%, se aplicó la prueba T de Student para comparar los niveles de nitrito en el agua de ambos tratamientos. El análisis arrojó un valor p de 0.660, el cual es mayor que el nivel de significancia establecido (α = 0.05), y un valor del estadístico T de 0.090, como se muestra en la Tabla 14. Los resultados indican que no se presentan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados. En consecuencia, se acepta la hipótesis nula, y se podría indicar que las

condiciones experimentales no influyeron de manera considerable sobre esta variable de calidad del agua.

Además, en la tabla 15 se observa que las medias son similares y no existe mucha diferencia en ambos tratamientos, es decir el fotoperiodo 24 horas luz continua no alteró las concentraciones de nitrito en el cultivo durante los 6 meses que duró el experimento.

Tabla 15:

Estadísticas de muestras emparejadas para la variable nitrito de ambos tratamientos.

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Nitrito promedio semanal de *M. rosenbergii* sin tratamiento	,2535	26	,06615	,01297
	Nitrito promedio semanal de *M. rosenbergii* con tratamiento	,2562	26	,03910	,00767

4.1.3.5. Nitrato

Al realizar la prueba de normalidad para la variable nitrato, se demostró que es paramétrica, por ende, se realizó la prueba T-student para determinar si existe diferencia significativa entre ambos tratamientos.

Tabla 16:

Prueba T-student para la variable nitrato de ambos tratamientos

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Nitrato promedio semanal de *M. rosenbergii* sin tratamiento & Nitrato promedio semanal de *M. rosenbergii* con tratamiento	26	,618	,001

Hipótesis

H_i: Existe diferencia entre la variable nitrato de los tratamientos (eficiencia del tratamiento).

H_o: No existe diferencia entre la variable nitrato de los tratamientos (baja eficiencia).

Prueba estadística

T- student para muestras relacionadas – t = 0.618.

Decisión

P – valor > 0.05 = se acepta la hipótesis nula

P – valor < 0.05 = se rechaza la hipótesis nula

P valor = 0.001 < α = 0.05

Interpretación:

Con un nivel de confianza del 95%, se aplicó la prueba T de Student para comparar los niveles de nitrato en el agua de ambos tratamientos. El análisis arrojó un valor p de 0.001, el cual es menor que el nivel de significancia establecido (α = 0.05), y un valor del estadístico T de 0.618, como se muestra en la Tabla 16. Al ser el p- valor inferior a 0.05, se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que si hay diferencias significativas entre la concentración de nitrito de ambos tratamientos. En otras palabras, el fotoperiodo de 24 horas luz continua si alteró las concentraciones de nitrato en el cuerpo de agua durante los 6 meses que duró el experimento.

Además, en la tabla 17 se observa las medias diferentes sobre el amonio durante los seis meses de experimento, lo que comprueba que si hubo un efecto del fotoperiodo continuo en la calidad de agua con respecto a las concentraciones de amonio.

Tabla 17:

Estadísticas de muestras emparejadas para la variable nitrato de ambos tratamientos.

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Nitrato promedio semanal de *M. rosenbergii* sin tratamiento	14,9231	26	6,56611	1,28772
	Nitrato promedio semanal de *M. rosenbergii* con tratamiento	13,7473	26	5,87200	1,15159

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. Crecimiento de *Macrobrachium rosenbergii*

En el estudio al evaluar el efecto del fotoperiodo 24 horas luz continua en el crecimiento peso y longitud de *Macrobrachium rosenbergii*, fue posible obtener el valor de (p calculado = 0.000) < (p tabular = 0.05) para la variable peso y (p calculado = 0.000) < (p tabular = 0.05) para la variable longitud, a través de la prueba paramétrica T – student. Lo demuestra que hay diferencia entre ambos tratamientos, demostrando la alta eficiencia del tratamiento 24 horas luz continua sobre el incremento de peso y longitud de los ejemplares de *M. rosenbergii*. Esto quiere decir que los ejemplares sometidos a tratamiento con fotoperiodo 24 horas luz continua con intensidad lumínica de 1084 lux tuvieron un crecimiento en peso considerable a comparación del tratamiento estándar (12 horas luz: 12 horas oscuridad) y lo mismo sucedió en el crecimiento en longitud (cm). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis de investigación, donde se refiere que si existe diferencia entre el incremento de peso y longitud entre ambos tratamientos de los ejemplares de *M. rosenbergii* cultivados en condiciones de laboratorio. Estos resultados coinciden con lo reportado por De Los Santos (2016), quien concluyó en su investigación que la combinación de un tratamiento de 14 horas de luz y 10 horas de oscuridad, junto con temperaturas de 30ºC y 26°C, favoreció un mayor incremento de peso y un índice de crecimiento superior en comparación con el grupo de control. Por su parte, Tao *et a*l. (2021) determinaron que un fotoperíodo con intensidad lumínica de 20,000 lux promovió mejores resultados en crecimiento, supervivencia y productividad de larvas de camarón gigante de Malasia, este incremento acelerado con fotoperiodo es debido a un consumo eficiente del alimento y una mejor asimilación (Ahmed, 2015). De manera adicional, Fang *et al*. (2024) identificaron que un fotoperíodo continuo de 24 horas de luz optimizó tanto la tasa de crecimiento como la conversión alimenticia, aunque tiene un impacto negativo en el bienestar de la especie *Penaeus vannmaei*, por ello sugiere un ciclo de luz de 16 hrs continua, ya que también se demostró que las luminosidades por periodos cortos no alteran las tasas de crecimiento (Souza, M. *et al*., 2020). Considerando lo mencionado y evaluando estos hallazgos, se corrobora que el fotoperiodo favorece un mayor incremento tanto en peso y longitud de juveniles y reproductores de *M. rosenbergii* en bajas intensidades lumínicas y en horas prolongadas de luz (24 hrs luz continua).

5.2. Periodo de latencia

Sobre la influencia del periodo de latencia de *M. rosenbergii*, se encontró el valor de (p calculado = 0.005) < (p tabular = 0.05), a través de la prueba no paramétrica Friedman. Evidenciando que hay diferencia entre ambos tratamientos, demostrando la alta eficiencia del tratamiento 24 horas luz continua sobre el periodo de latencia de los reproductores de *M. rosenbergii*. Con base en lo mencionado, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, demostrando que existe una diferencia significativa en el periodo de latencia entre los tratamientos aplicados a los reproductores. En nuestra investigación, aquellos reproductores expuestos a 24 horas de luz continua presentaron mejoras en el periodo de latencia, fecha de primera puesta y número de puestas, llegando a desovar en un lapso de 24 días. Asimismo, se observó un mayor porcentaje de desove y maduración ovárica. Estos resultados fortalecen y comprueban lo mencionado por Duston y Saunders (1992) debido a que el fotoperiodo logró desencadenar una serie de respuestas hormonales y fisiológicas en la especie investigada. Además, coinciden con los datos reportados por Ferrer (2018), quien logró que, bajo un fotoperiodo específico, el porcentaje de eclosión de huevos de *Cryphiops caementarius* alcanzará el 100% en un tiempo más corto, concretamente en 22 días, con una intensidad lumínica del 35%. De manera similar, Hoang T. *et al*. (2001) concluyen que, aunque la intensidad lumínica no afecta directamente la maduración y el desove de camarones, un aumento en dicha intensidad mejora la fecundidad; además, al aplicar la técnica de ablación ocular, el tratamiento con ausencia de luz mostró un mayor porcentaje de desove, con un promedio de 18 días para completar el proceso. Sin embargo, se destaca que una intensidad lumínica de 1100 lx es particularmente relevante para los criaderos. Adicionalmente, Ahmed (2015) demuestra que periodos prolongados de fotoperiodo (24 horas de luz continua) incrementa la frecuencia de muda en especies de Macrobrachium, acelerando el crecimiento hasta alcanzar la madurez sexual.

5.3. Calidad de agua

Para la variable temperatura, los resultados obtenidos al realizar la prueba de Friedman demostraron diferencias significativas en la temperatura de ambos tratamientos ($p < 0,05$). Lo que nos da a entender que hay efecto del fotoperiodo 24 hrs luz continua en la temperatura del agua. Con base en lo mencionado, se rechaza la hipótesis nula y demuestra el efecto del fotoperiodo en la temperatura de agua de

aquellos ejemplares cultivados CT. En nuestra investigación la temperatura del agua promedio en el cultivo CT fue de 27.4°C y 26.5°C en el cultivo ST. Sobre la influencia del fotoperiodo en el pH del agua del cultivo, se encontró el valor de p = 0.760, mediante la prueba paramétrica T de Student. Evideniando que no existen diferencias significativas, con base en lo mencionado se acepta la hipótesis nula, demostrando que el fotoperiodo no alteró la calidad de agua del cultivo en cuanto al pH. En el cultivo CT el valor de pH promedio fue de 7.6 y 7.8 en el experimento ST. Con respecto a compuestos nitrogenados, como el amonio (NH_4^+), nitrito (NO_2^-) y nitrato (NO_3^-), mediante la prueba paramétrica T de Student se determinó que para el amonio (NH_4^+), nitrito (NO_2^-) no existió diferencia significativa, es decir el fotoperiodo continuo no alteró esos parámetros de calidad de agua. Sin embargo, sí hubo diferencia significativa para el nitrato (NO_3^-), ya que el p valor = 0.001 fue inferior a 0.05. A pesar de los resultados obtenidos, no se observó muertes ni efectos negativos en el experimento. Estos resultados obtenidos, son relacionados y coinciden con De los Santos (2018) que trabajó con temperaturas que fluctúan desde los 26 a 30°C asociado a un fotoperiodo de 14 hrs luz: 10 hrs oscuridad y que condujeron a mayor crecimiento y desarrollo de Macrobrachium, ya que en nuestro experimento la temperatura promedio de cultivo fue de 27°C en el experimento ST y 27.8°C en el experimento CT. Por otro lado, Ferrer (2018) trabajó con 50 y 100% de luminosidad con *Cryphiops caementarius* y la temperatura registrada fue de 21, 22 y 23°C y el Ph se registró en 7.5. En tal sentido, estos resultados demuestran que el fotoperiodo continuo no alteró significativamente los parámetros de calidad de agua, ya que según los datos registrados están dentro de los rangos permisibles de cultivo de Macrobrachium.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

6.1.1. Conclusión general

- En base a la contrastación de las hipótesis específicas, ya que en todo el caso se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna, se concluye que el fotoperiodo influye positivamente en la reproducción de *M. rosenbergii*. Ya que se demostró que hubo mejora de los parámetros productivos y reproductivos en el experimento.

6.1.2. Conclusiones específicas

- Se concluye por los resultados de los estadísticos de prueba, que el uso de fotoperiodo 24 horas luz continua promueve el crecimiento significativamente en ejemplares de "*Macrobrachium rosenbergii*", ya que favorecen una mayor eficiencia en la asimilación del alimento, en comparación con el fotoperiodo estándar.
- Se concluye que, los reproductores de *Macrobrachium rosenbergii* sometidos al fotoperiodo de 24 hrs luz continua presentaron un periodo de latencia más corto a comparación de los reproductores sometidos al tratamiento estándar. Además, de un mayor porcentaje de desove y maduración ovárica acelerada.
- Se concluye que, el fotoperiodo 24 hrs luz continua influye en la temperatura del agua, mientras que no genera impactos negativos en el Ph ni en los niveles de amonio (NH_4^+) y nitrito (NO_2^-). Pero, se identificó efectos en la concentración de nitrato (NO_3^-), a pesar de estas variaciones, no se observó efectos adversos ni mortalidad en los tratamientos, ya que los parámetros evaluados estuvieron acorde a los rangos óptimos para el desarrollo del cultivo.

6.2 Limitaciones del Estudio

- Una de las principales limitaciones logísticas fue el acceso al agua de mar, ya que se debía transportar semanalmente. Esta situación no solo incrementó el presupuesto destinado a la investigación, sino que también exigió una mayor coordinación logística y disponibilidad de personal para garantizar el suministro constante.
- Asimismo, se presentaron problemas en el suministro eléctrico dentro de las instalaciones del centro acuícola. Las fallas en el fluido eléctrico obligaron a acudir en cualquier momento del día para implementar medidas de emergencia, como la oxigenación manual del agua, con el fin de evitar la mortalidad de los camarones en cultivo.
- Finalmente, se encontraron limitaciones para obtener una mayor cantidad de ejemplares que permitieran ampliar las pruebas experimentales. Las semillas eran trasladadas desde la ciudad de Tarapoto, lo que implicaba un proceso logístico adicional, sujeto a disponibilidad y tiempos de transporte que escapaban al control del equipo de investigación.

6.3 Recomendaciones

- Realizar investigaciones más profundas para evaluar el impacto del fotoperiodo en la etapa larval de *M. rosenbergii*, teniendo en cuenta las variables como la intensidad lumínica, horas luz – horas oscuridad.
- De acuerdo a los resultados de la investigación desarrollada, recomendamos que se realicen otros estudios complementarios como nutrición, sanidad, etc.
- Realizar monitoreos regulares de los principales parámetros de calidad de agua bajo distintas condiciones de fotoperiodo para identificar la influencia en la acumulación de compuestos tóxicos y buscar estrategias para optimizar el manejo.
- Analizar la influencia del fotoperiodo en la fase reproductiva de *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones comerciales, así como determinar sus implicancias en el rendimiento productivo y su viabilidad económica.

CAPÍTULO VII: REFERENCIAS

7.1. Fuentes bibliográficas

Ahmed P. (2015). *Studies on the Effect of Photoperiodism and Temperature on Moulting of a Freshwater Prawn Macrobrachium dayanum*. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies 2015; 3(1): 325-328. Recuperado de: https://www.fisheriesjournal.com/vol3issue1/3-1-63.1.html

Brito, N. *et al*. (2000). *Efecto del Fotoperiodo sobre el Desarrollo, Crecimiento y Sobrevivencia de Larvas del Caracol Strombus pugilis*. Laboratorio de Biología Marina. CINVESTAV IPN Unidad Mérida. Yucatán- México. Recuperado de: https://aquadocs.org/items/e9997587-373c-4b2d-b6dd-411ee749205e

De Los Santos R. (2016). *Efecto de la Cantidad de Quitina en la dieta sobre el crecimiento de langostinos Macrobrachium tenellum cultivados bajo diferentes combinaciones de temperatura y fotoperiodo* (tesis de doctorado). Instituto Politécnico Nacional, México.

FAO. (2020). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020*. La sostenibilidad en acción. Roma. DOI: https://doi.org/10.4060/ca9229es

Green E. (2021). *Efecto de la intensidad de la luz sobre los parámetros productivos de postlarvas de camarones Penaeus vannamei en sistema de recirculación (tesis de pregrado)*. Universidad Científica del Sur, Lima, Perú. Recuperado de: https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/1811

Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education.

Aragón, E. *et al*. (2014). *Efecto del fotoperiodo en peces de consumo cultivados en distintos tipos de sistemas experimentales*. Revista Bio Ciencias 3(1): 17-2. DOI: https://doi.org/10.15741/revbio.03.01.03

Bhujel, R. C. (2000). *Strategies for managing environmental problems in integrated freshwater prawn farming in Thailand*. Aquaculture Research, 31(10), 793-803.

Boeuf, G. and Yves L. B. (1999). *Does light have an influence on fish growth?* Aquaculture 177: Pp. 129 – 152. DOI: https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00074-5

Cai, F. *et al.* (2009). *Effect of combined photoperiod, water calcium concentration and pH on survival, growth, and moulting of juvenile crayfish (Procambarus clarkii) cultured under laboratory conditions*. Aquaculture Research, Volume 40 (1), Pages 1243-1250. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02216.x

Castañon, C. O. *et al.,* (1995). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*. Volume 110, Issue 2, February 1995, Pages 139-146. DOI: https://doi.org/10.1016/0300-9629(94)00149-N

Chavez J, C. *et al.,* (1991). *Effects of photoperiod and temperature on molting, reproduction and grow of the freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii*. Nippon Suisan Gakkaishi. Volume 57, Pages 209-217. DOI: https://doi.org/10.2331/SUISAN.57.209

Cheng, W. and Chu, J. (2000). *Effects of pH, temperature and salinity on immune parameters of the freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii. Fish & Shellfish Immunology*. Volume 10*,* Issue 4, May 2000, Pages 387-391. DOI: https://doi.org/10.1006/fsim.2000.0264

De Los Santos *et al.* (2017). *Effect of photoperiod and temperature on growth and activity of digestive enzymes in juveniles of the long-arm river shrimp Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) (Caridea: Palaemonidae). Journal of Crustacean Biology, Volume 37, Pg. 445–452. DOI: https://doi.org/10.1093/jcbiol/rux055

Duston, J. and Saunders, R. L. (1992). *Effect of 6-, 12-, and 18-month Photoperiod Cycles on Smolting and Sexual Maturation in Juvenile Atlantic Salmon (Salmo salar)*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, Volumen 49(11), Pages 2273 – 2280. DOI: http://dx.doi.org/10.1139/f92-249

Fang, Y., *et al*. (2024). *Effect of Photoperiod on Nutritional Quality of Muscle and Lipid Metabolism of Litopenaeus vannamei.* Fishes, Volumen 9(12), 508. DOI: https://doi.org/10.3390/fishes9120508

Habashy M. *et al*. (2021). *Effects of different feeding levels and frequencies on growth performance, feed utilization, survival and body composition of the freshwater prawn, Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879). Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries, Volumen 25 (3), Pages 787 – 802. DOI: https://dx.doi.org/10.21608/ejabf.2021.181402

Hoang T. *et al*. (2002). *Maturation and spawning performance of pond-reared Penaeus merguiensis in different combinations of temperature, light intensity and photoperiod*. Aquaculture Research. Volume 33 (15), Pages 1243-1252. DOI: https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2002.00787.x

Hoang, T. et al. (2001), Effect of light intensity on maturation and spawning of ablated female Penaeus merguiensis. Aquaculture Research, Volumen 209, Pages 347 – 358. DOI: https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00814-6

Jiao, L. *et al*. (2022). *Influence of Light/Dark Cycles on Body Color, Hepatopancreas Metabolism, and Intestinal Microbiota Homeostasis in Litopenaeus vannamei*. Frontiers in Marine Science. Volumen 8. Recuperado de: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2021.750384/full

Ling S. W. (1969). *The general biology and development of Macrobrachium rosenbergii (de Man).* FAO Fisheries Report, Volumen 57 (3), Pages 589-606.

López, J. *et al*. (2009). *Crecimiento de la diatomea Thalassiosira pseudonana en cultivos estáticos con iluminación continua y fotoperiodo a diferentes salinidades*. Biotecnia, Volumen 11(1), Pages 11–18.

New, M. B., and Valenti, W. C. (Eds.). (2007). *Freshwater prawn culture: the farming of Macrobrachium rosenbergii*. DOI: http://dx.doi.org/10.1002/9780470999554

Prieto, W. *et al*. (2021). *Guía para obtención de post-larvas de Macrobrachium rosenbergii camarón gigante de Malasia en ambiente controlado*. Informe IMARPE, Volumen 48(1), Pág. 67-79. Recuperado de: https://hdl.handle.net/20.500.12958/3529

Ridha, T. and Cruz, E. (2021). *Effect of light intensity and photoperiod on Nile tilapia Oreochromis niloticus L. seed production*. Aquaculture research, Volume31 (7), Páginas 609-617. DOI: https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2000.00481.x

Vega, F. *et al*. (2015). *Efecto de diferentes intensidades de luz sobre la expresión de cromatóforos, crecimiento y supervivencia en juveniles de Macrobrachium tenellum.* Latin American journal of aquatic research, Volumen 43(1), Páginas 255-261. DOI: https://dx.doi.org/10.3856/vol43-issue1-fulltext-22

7.3. Fuentes electrónicas

Álvarez R., A. (2020). *Clasificación de las investigaciones*. Universidad de Lima, Facultad de Ciencias Empresariales y Económicas, Carrera de Negocios Internacionales. Recuperado de: https://hdl.handle.net/20.500.12724/10818

Anó9nimo (2020. *Cultivo de salmónidos: El fotoperiodo sigue ganando terreno*. Recuperado de: https://www.aqua.cl/reportajes/cultivo-de-salmonidos-el-fotoperiodo-sigue-ganando-terreno/

Cáceres, F. (2021). *La iluminación artificial demuestra impacto positivo en el cultivo de camarón*. Info-ras.cl. Recuperado de: https://infosalmon.cl/iluminacion-artificial-demuestran-impacto-positivo-en-el-cultivo-de-camaron/

D'Ambrano, L. *et al.* (2003). *Cultivo de langostinos de agua dulce en climas templados: gestión y economía. Estación experimental agrícola y forestal de Mississippi*. Recuperado de: https://fisheries.tamu.edu/files/2013/09/Culture-of-Freshwater-Prawns-in-Temperate-Climates-Management-Practices-and-Economics.pdf

FAO (2017). *Los rasgos biológicos Macrobrachium rosenbergii.* Recuperado de: https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/aquaculture/I1129m/file/en/en_giantriverprawn.htm

Gastelu C. (2013). *Cultivo de camarón tropical Macrobrachium rosenbergii en Tarapoto: De la Hatchery a la comercialización*.

Guerra A. 1988. *El aprovechamiento del camarón de río en el futuro*. Encuentro Internacional: Ciencia, Tecnología y Desarrollo con Proyección al Siglo XXI. Pag. 1-11.

ANEXO 1: Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones/ Indicadores		Población y muestra	Técnicas Instrumentos	Unidades medida
Problema general ¿Cómo influye el fotoperiodo en la etapa reproductiva de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho?? **Problemas específicos** • ¿Cuál es el efecto del fotoperiodo en el crecimiento peso – longitud de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho? • ¿Cómo influye el fotoperiodo en el periodo de latencia de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho? • ¿Cómo influye el fotoperiodo en la calidad de agua de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho?	**Objetivo general** Evaluar la influencia del fotoperiodo en la etapa reproductiva de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho. **Objetivos específicos** • Estudiar el efecto del fotoperiodo en el crecimiento peso – longitud de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho. • Conocer la influencia del fotoperiodo en el periodo de latencia de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho. • Evidenciar la influencia del fotoperiodo en la calidad de agua de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho.	**Hipótesis general** El fotoperiodo influye positivamente en la etapa reproductiva de *Macrobrachium rosenbergii*. **Hipótesis específicas** • El fotoperiodo influye en el crecimiento peso – longitud de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho. • El fotoperiodo influye en el periodo de latencia de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho. • El fotoperiodo influye en la calidad de agua *de Macrobrachium rosenbergii* cultivados en Huacho.	**VI:** Fotoperiodo **VD:** Etapa reproductiva de *Macrobrachium rosenbergii*	**Dimensiones** Iluminación Tiempo Crecimiento Periodo de latencia Calidad del agua	**Indicadores** Intensidad Luz Oscuridad Peso Longitud Tiempo de desove Parámetros Físicos Parámetros químicos	**Población:** *M. rosenbergii* **Muestra:** 30 ejemplares de *M. rosenbergii* **Unidad de análisis:** *M. rosenbergii*	**Técnicas:** - Evaluación de crecimiento. - Evaluación del período de latencia. - Evaluación de los parámetros físicos químicos del agua. **Instrumentos:** Ictiómetro Balanza Microscopio Ficha de datos.	- Cm - Meses - Mg/l - Mm - Mgs - µm

ANEXOS

Figura 28

Cortejo de reproductores de Macrobrachium rosenbergii en condiciones de fotoperiodo continuo.



Figura 29

Seguimiento del desarrollo embrionario de huevos de M. rosenbergii.

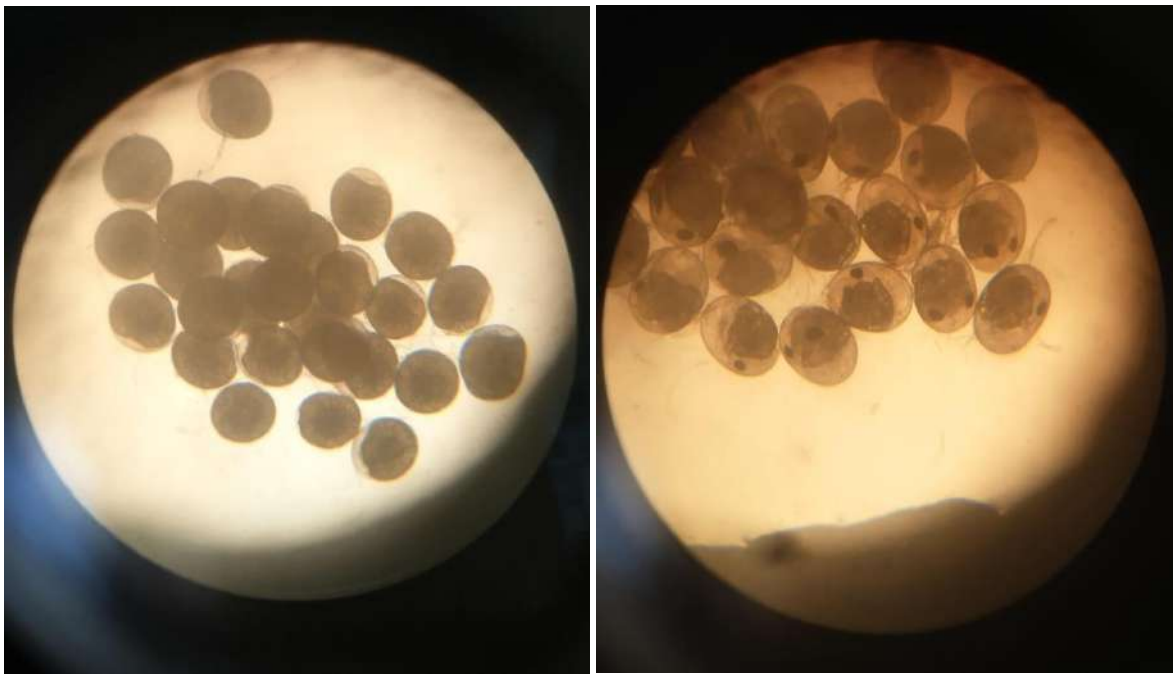


Figura 30

Hembras ovígeras con desarrollo embrionario avanzado de M. rosenbergii.

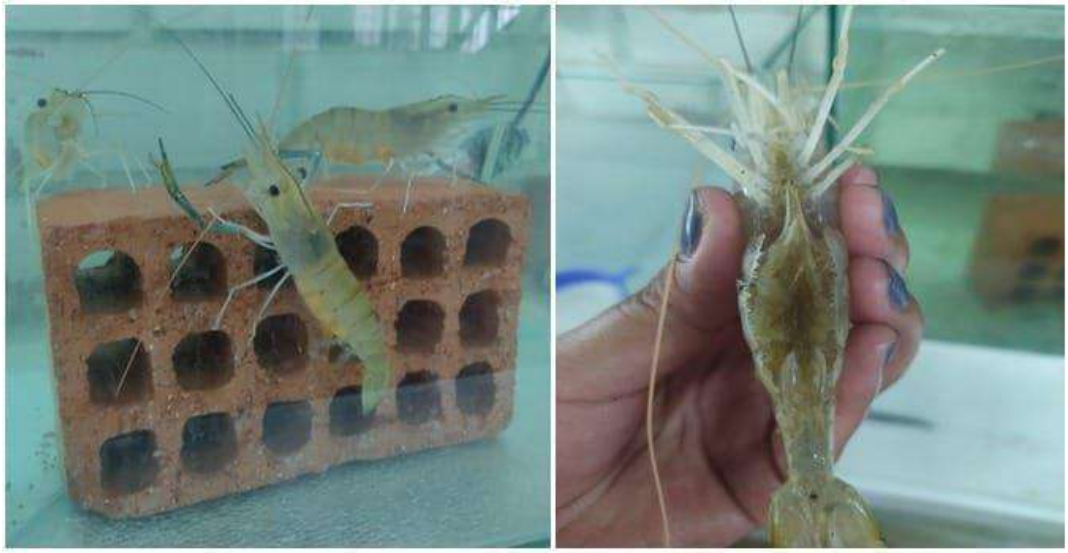


Figura 31

Larvas de Macrobrachium rosenbergii.



Figura 32

Limpieza y desinfección de las unidades experimentales.



Figura 33

Controles biométricos de ejemplares de Macrobrachium rosenbergii

