



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Pesquera
Escuela Profesional de Ingeniería Acuícola

La temperatura del agua y su influencia en el crecimiento de postlarvas del *Macrobrachium caementarius* en laboratorio en UNJFSC 2025

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Acuícola

Autora

Medalith Jinnah Avila Rodriguez

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
Medalith Jinnah Avila Rodriguez	75085172	04/06/2026
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Dr. Héctor Romero Camarena	15757045	https://orcid.org/0009-0009-0518-5829
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Helber Danilo Calderón De Los Ríos	15600811	https://orcid.org/0009-0007-4358-6899
José del Carmen Cuellar Reyes	15581946	https://orcid.org/0000-0002-7321-1664
Hugo Alejandro Veliz Montes	15582752	https://orcid.org/0009-0000-3594-2442

Medalith Jinnah Avila Rodriguez

La temperatura del agua y su influencia en el crecimiento de postlarvas del *Macrobrachium caementarius* en laboratorio en...

UNIDAD DE INVESTIGACION FIP - PREGRADO 2026

UNIDAD DE INVESTIGACION FIP

Facultad de Ingeniería Pesquera

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3573504623

Fecha de entrega

18 may 2026, 3:35 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

18 may 2026, 3:41 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS_AVILA_RODRIGUEZ.pdf

Tamaño del archivo

1015.2 KB

78 páginas

17.643 palabras

103.244 caracteres



Página 2 de 89 · Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::1:3573504623

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
- 8%  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

Dedicado con mucho amor, cariño y gratitud a mis padres, Magleni Rodriguez y Abdon Avila, quienes siempre creyeron en mí y me apoyaron incondicionalmente. Son mi mayor ejemplo de fortaleza y amor incondicional, por enseñarme a trabajar con pasión y dedicación, valores que me han acompañado a lo largo de este camino. Hoy, al alcanzar esta meta, mi corazón se llena de gratitud y admiración. Este triunfo es el resultado de su amor, apoyo y confianza. Sin su guía y sacrificio, este sueño no se habría hecho realidad, los amo infinitamente.

Medalith Avila Rodriguez

AGRADECIMIENTO

A mi Asesor de tesis el Ing. Héctor Romero Camarena, por brindarme su apoyo constate, por enseñarme a trabajar con dedicación, por brindarme la oportunidad de aprender de sus conocimientos, por guiarme en todo el proceso de la investigación y por convertirse en un padre y amigo a la vez, infinitamente agradecida por sus sabios consejos y rectitud.

A mis padres Magleni Rodriguez y Abdon Avila, por creer siempre en mi e impulsarme a ser mejor cada día. Su dedicación, amor y sacrificio han hecho posible este logro. Gracias por ser mis padres, mis amigos y mi modelo de vida. Me siento orgullosa y agradecida con la vida de que ustedes sean mis padres, los amo infinitamente.

A mis hermanos Handerson, Isaías y Dasthin, por cada risa compartida, por estar siempre mi lado apoyándome incondicionalmente y por su cariño infinito.

A mis compañeros, en especial a Geremias Leon, por formar parte de este logro, por su interés genuino de ayudarme siempre, por celebrar mis triunfos como propios y por apoyarme durante todo el proceso de investigación.

A mis jurados, el Dr. Helber Danilo Calderón De Los Ríos, Dr. Cuellar Reyes del Carmen y al Ing. Hugo Alejandro Veliz Montes, por sus sugerencias, correcciones y apoyo profesional, por guiar mi formación personal y aportando significativamente a la calidad de este trabajo.

Medalith Avila Rodriguez

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1. Descripción del Problema	13
1.2. Formulación del problema de investigación	15
1.2.1. Problema general.....	15
1.2.2. Problemas específicos	15
1.3. Objetivos de la investigación	15
1.3.1. Objetivo general.....	15
1.3.2. Objetivos específicos	15
1.4. Justificación de la investigación.....	16
1.5. Delimitación del estudio	17
1.5.1.Delimitación espacial	17
1.5.2. Delimitación temporal.....	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes de la investigación	19
2.2. Bases teóricas.....	27
2.2.1. De la especie en estudio: <i>Macrobrachium caementarius</i>	27
2.2.1.1. Clasificación taxonómica.....	27
2.2.1.2. Biología.....	27
2.2.2. Etapa postlarva del <i>Macrobrachium caementarius</i>	28
2.2.3. Temperatura del agua en el crecimiento	29
2.3. Bases filosóficas.....	31
2.4. Definición de términos básicos	32
2.5. Hipótesis de la investigación.....	33
2.5.1. Hipótesis general.....	33
2.5.2. Hipótesis específicas	33
2.6. Operacionalización las Variables	33
2.6.1. Identificación de variables	33
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	35

3.1. Diseño metodológico	35
3.1.1. Tipo de investigación	35
3.1.2. Nivel de Investigación	35
3.1.3. Diseño de investigación	35
3.1.4. Enfoque	35
3.2. Población y muestra	36
3.2.1. Población.....	36
3.2.2. Muestra	36
3.3. Técnicas de recolección de datos	36
3.3.1. Área de estudio.....	36
3.3.2. Acondicionamiento de laboratorio.....	37
3.3.3. Obtención de ejemplares de <i>Macrobrachium caementarius</i>	37
3.3.4. Manejo de postlarvas	38
3.3.5. Alimentación de postlarvas.....	38
3.3.6. Técnicas empleadas.....	39
3.4. Técnicas de procesamiento de información	41
3.4.1. Estadística descriptiva.....	41
3.4.2. Estadística inferencial	41
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	42
4.1. Análisis de resultados	42
4.2. Contrastación de la hipótesis.....	55
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	63
5.1. Crecimiento de <i>Macrobrachium caementarius</i>	63
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
6.1. Conclusiones	67
6.2 Limitaciones del Estudio.....	68
6.3 Recomendaciones	68
CAPÍTULO VII: REFERENCIAS	70
7.1. Fuentes bibliográficas	70
7.2. Fuentes hemerográficas	72
ANEXOS	76

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Talla promedio de postlarvas a diferentes temperaturas durante el periodo de investigación</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 2. Promedio de ganancia de talla por temperatura</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 3. Peso promedio de postlarvas a diferentes temperaturas durante el periodo de investigación</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 4. Promedio de ganancia de peso por temperatura</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 5: Numero y Porcentaje de mortalidad de las postlarvas de Macrobrachium caementarius en laboratorio.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 6: Control de los parámetros de calidad de agua durante el tratamiento.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 7. Prueba de normalidad.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 8. Prueba de Kruskal–Wallis.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 9. Prueba de Kruskal–Wallis – comparaciones múltiples.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 10. Prueba de normalidad.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 11. Prueba de Kruskal–Wallis.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 12. Prueba de Kruskal–Wallis – comparaciones múltiples del peso.</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 13. Número de animales vivos al final del experimento.....</i>	<i>61</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Instalaciones del Laboratorio Larval, UNJFSC</i>	<i>37</i>
<i>Figura 2: Obtención de postlarvas del Macrobrachium caementarius.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 3: Unidades de cultivo del Macrobrachium caementarius.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 4: Biometría de los ejemplares del Macrobrachium caementarius.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 5: Medición de parámetros de calidad del agua</i>	<i>40</i>
<i>Figura 6. Comportamiento de la Talla promedio de postlarvas a diferentes temperaturas durante el periodo de investigación.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 7: Comportamiento de la ganancia de talla por temperatura de las postlarvas de Macrobrachium caementarius en laboratorio.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 8. Comportamiento del peso promedio de postlarvas a diferentes temperaturas durante el periodo de investigación</i>	<i>46</i>
<i>Figura 9: Comportamiento de la ganancia de peso por temperatura de las postlarvas de Macrobrachium caementarius en laboratorio.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 10: Influencia de la temperatura del agua en el crecimiento en talla y peso de las postlarvas de Macrobrachium caementarius en laboratorio</i>	<i>49</i>
<i>Figura 11: Tasa de supervivencia de las postlarvas de Macrobrachium caementarius en laboratorio.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 12: Numero de individuos en la investigación de Macrobrachium caementarius en laboratorio.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 13: Control biométrico de Macrobrachium caementarius en condiciones de laboratorio</i>	<i>76</i>
<i>Figura 14: Evaluación de la calidad del agua de M. caementarius</i>	<i>76</i>
<i>Figura 15: Evaluación de la temperatura del agua de las unidades experimentales de M. caementarius</i>	<i>76</i>
<i>Figura 16: Limpieza de las unidades experimentales de Macrobrachium caementarius</i>	<i>77</i>
<i>Figura 17: Recolección y acondicionamiento de postlarvas del Macrobrachium caementarius</i>	<i>77</i>

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia de la temperatura del agua en el crecimiento de postlarvas de *Macrobrachium caementarius* bajo condiciones de laboratorio. *Macrobrachium caementarius* es una especie de camarón de río autóctona del Perú y del norte de Chile, para la cual existen aún escasos estudios orientados a su cultivo a mayor escala. Las postlarvas fueron recolectadas del río Huaura y sometidas a un proceso de aclimatación de 15 días a las condiciones del laboratorio. El experimento evaluó el crecimiento y la supervivencia de postlarvas con tallas iniciales entre 1 y 2 cm, expuestas a diferentes regímenes térmicos. Se utilizó una muestra total de 168 postlarvas, distribuidas en seis tratamientos: un control mantenido a temperatura ambiente promedio (20 °C) y cinco tratamientos experimentales a 22 °C, 24 °C, 26 °C, 28 °C y 30 °C. Los resultados mostraron que las mayores tasas de supervivencia se registraron en el rango de 22 °C a 28 °C, mientras que el crecimiento individual en talla y peso fue superior en los tratamientos comprendidos entre 24 °C y 26 °C, identificándose a 26 °C como la temperatura óptima. En contraste, el tratamiento a 30 °C presentó los menores valores de crecimiento y supervivencia. En conclusión, los resultados evidencian que la temperatura del agua influye significativamente en el crecimiento y la supervivencia de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius*.

Palabras claves: *Macrobrachium caementarius*, temperatura del agua, postlarva, crecimiento.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the influence of water temperature on the growth of *Macrobrachium caementarius* postlarvae under laboratory conditions. *Macrobrachium caementarius* is a river shrimp species native to Peru and northern Chile, for which there are still few studies focused on large-scale cultivation. Postlarvae were collected from the Huaura River and subjected to a 15-day acclimatization process to laboratory conditions. The experiment evaluated the growth and survival of postlarvae with initial sizes between 1 and 2 cm, exposed to different temperature regimes. A total sample of 168 postlarvae was used, distributed among six treatments: a control maintained at average ambient temperature (20 °C) and five experimental treatments at 22 °C, 24 °C, 26 °C, 28 °C, and 30 °C. The results showed that the highest survival rates were recorded in the 22°C to 28°C range, while individual growth in size and weight was greater in the treatments between 24°C and 26°C, with 26°C identified as the optimum temperature. In contrast, the 30°C treatment exhibited the lowest growth and survival values. In conclusion, the results demonstrate that water temperature significantly influences the growth and survival of *Macrobrachium caementarius* postlarvae.

Keywords: *Macrobrachium caementarius*, water temperature, postlarva, growth.

INTRODUCCIÓN

La temperatura del agua se reconoce como una de las variables ambientales de mayor incidencia en los sistemas acuícolas y, en particular, en la actividad camaronera, debido a su influencia directa sobre el funcionamiento integral de los procesos físicos, químicos y biológicos que sostienen el cultivo, de modo que variaciones térmicas controladas favorecen la eficiencia metabólica, el crecimiento corporal, la supervivencia y el desempeño reproductivo de las especies cultivadas; sin embargo, cuando las condiciones térmicas exceden los intervalos considerados adecuados para cada especie, se produce una alteración progresiva de los procesos biológicos normales, manifestándose respuestas fisiológicas asociadas al estrés, debilitamiento del estado sanitario y una mayor susceptibilidad a eventos de mortalidad, lo cual evidencia que el manejo térmico constituye un aspecto crítico para la sostenibilidad y estabilidad productiva de los sistemas acuícolas, tal como señala Boyd (2018).

El crecimiento del camarón durante las etapas larval y juvenil ha sido ampliamente evaluado mediante estudios experimentales en condiciones de laboratorio, particularmente en investigaciones realizadas con crustáceos braquiuros, donde Costlow y Bookhout (1962) demuestran que la temperatura del agua constituye un factor clave en el desarrollo larval y postlarval de estas especies, evidenciándose que el aumento térmico dentro de rangos adecuados tiende a acelerar la frecuencia de las mudas y, en consecuencia, a favorecer el crecimiento de los organismos, mientras que temperaturas inferiores a los valores óptimos generan una desaceleración progresiva del ritmo de muda, lo que repercute negativamente en el crecimiento y puede culminar en la inhibición total del desarrollo e incluso en la muerte de las larvas.

El camarón de río es un crustáceo muy importante para la acuicultura por su excelente sabor, valor proteico y alto precio. Sin embargo, el crecimiento lento de las postlarvas limita su producción comercial y sostenible. El objetivo es evaluar la influencia de la temperatura del

agua en el crecimiento de postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio. Por ello, la presente investigación se propone determinar la temperatura ideal del agua y su influencia en el crecimiento de postlarvas del *Macrobrachium caementarius* en laboratorio en UNJFSC 2025. A través de un enfoque científico, se busca contribuir al conocimiento técnico y científico sobre el rango de temperaturas óptimas para su mejor crecimiento y desarrollo, optimizando las zonas para su producción y cultivo de una acuicultura más sostenible, eficiente en Perú.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema

El cultivo de camarones es una actividad de gran importancia económica en muchas regiones del mundo y la búsqueda de nuevas especies con potencial comercial es constante. El *Macrobrachium caementarius* o camarón de río, denominación referida por Molina en 1782, pues con anterioridad se le conocía como *Cryphiops caementarius*. Es un recurso importante para la acuicultura y la pesca artesanal y surge como una alternativa prometedora debido a su resistencia a enfermedades y su alto precio en los mercados. Sin embargo, el lento crecimiento de las post larvas de *M. caementarius* limita su potencial comercial y representa un desafío para su producción sostenible. Este crustáceo es fuente de proteínas y sustento para muchas comunidades y su producción es crucial para la economía local y la seguridad alimentaria.

Como ya es conocido en el ámbito productivo acuícola, el parámetro físico de la temperatura tiene un efecto directo sobre el metabolismo de los animales ectotérmicos y modifica la distribución geográfica de estos (Ají 2012). El cambio climático tiene efectos directos sobre los ecosistemas, las poblaciones y principalmente en el crecimiento, reproducción y migración de los individuos (Uribe 2015). Las respuestas individuales termales de peces y crustáceos ayudan a identificar si los cambios de rango reflejan una reacción de comportamiento a condiciones adversas o de procesos a nivel de la población que afectan la supervivencia (Heath et al. 2012) y en el caso de las postlarvas del *Macrobrachium caementarius* hay un vacío de conocimiento respecto a la temperatura óptima que favorece el crecimiento de las postlarvas siendo esta un obstáculo para su desarrollo como especie de cultivo.

La temperatura del agua constituye un factor ambiental determinante para el desempeño biológico de los organismos acuáticos, ya que condiciona directamente sus procesos fisiológicos, metabólicos y de desarrollo, siendo especialmente relevante en el caso de los

camarones, los cuales presentan una fisiología poiquilotérmica, característica que implica la ausencia de mecanismos internos de regulación térmica, por lo que su temperatura corporal se ajusta de manera directa a las condiciones térmicas del medio acuático circundante, haciendo que cualquier variación en la temperatura del agua influya de forma inmediata en su crecimiento y supervivencia, tal como lo señala Boyd (2018).

En el desarrollo de la camaronicultura a nivel comercial será importante conocer la temperatura ideal del agua en el crecimiento del *Macrobrachium caementarius* pues, posibilitará realizar un cultivo óptimo ya que influirá en el manejo eficiente del recurso y repercutirá en la rentabilidad de la actividad.

El estudio realizado por Rodríguez y García (2010) en la Universidad de Zaragoza se propusieron reducir el tiempo de crecimiento de los juveniles de *Samastacus spinifrons* a través del manejo de la temperatura. Los resultados mostraron que la mejor sobrevivencia se dio a temperaturas de 18°C. En cuanto al crecimiento individual, el tratamiento a 22°C produjo los mejores resultados, mientras que a 26°C se obtuvieron los peores. Además, en el grupo de control se observó canibalismo, lo que demuestra que la temperatura del agua tiene un impacto significativo en el crecimiento y la supervivencia del camarón de río.

En el país las investigaciones de Díaz et al., (1993) demostraron que la temperatura del agua influye en crecimiento óptimo de las postlarvas y juveniles de *Macrobrachium rosenbergii* encontrándose que el rango óptimo de temperatura respecto al crecimiento estuvo entre 29°C y 31°C. En esa medida este es uno de los requisitos que se considera como criterio de selección en la elección de los lugares para cultivos comerciales y que las variaciones anuales de temperatura del agua no excedan este rango.

Por su parte Ferrer et al., (2024) determinó la temperatura óptima y la tolerancia térmica de las postlarvas del *Cryphiops caementarius* de agua dulce de importancia comercial durante su aclimatación a seis temperaturas de crianza diferentes (19°C, 22°C, 24°C, 26°C, 28°C y

30°C) siendo el período de cultivo de 45 días. Los mejores valores para los parámetros de crecimiento se obtuvieron en el rango de 24 °C a 28 °C, siendo la temperatura óptima de crecimiento 26°C de las postlarvas.

Como se podrá apreciar la problemática de la investigación se circunscribe a identificar la temperatura optima postlarval del *M. caementarius*. La identificación de la misma posibilitará optimizar su producción y determinar las zonas geográficas más adecuadas para su cultivo.

1.2. Formulación del problema de investigación

1.2.1. Problema general

¿En qué medida influye la temperatura del agua en el crecimiento de postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio en UNJFSC 2025?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cómo influye la temperatura del agua en el crecimiento longitudinal de postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio?

¿Cómo influye la temperatura del agua en el incremento de peso de postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio?

¿Cómo influye la temperatura del agua en la supervivencia de postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la influencia de la temperatura del agua en el crecimiento de postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio en UNJFSC 2025

1.3.2. Objetivos específicos

Evaluar la influencia de la temperatura del agua en el crecimiento longitudinal de postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio.

Estudiar la influencia de la temperatura del agua en el incremento de peso de postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio.

Medir la influencia de la temperatura del agua en la supervivencia de postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio.

1.4. Justificación de la investigación

De acuerdo con Méndez (2012), la justificación de una investigación puede sustentarse desde enfoques teóricos, prácticos y metodológicos, los cuales permiten fundamentar la relevancia y pertinencia del estudio en distintos niveles de análisis, en ese sentido, la presente investigación se justifica desde una perspectiva científica, económica y social al generar información que contribuye a comprender cómo la temperatura del agua influye en el crecimiento de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* bajo condiciones controladas de laboratorio, considerando que la limitada disponibilidad de información sobre los rangos térmicos más adecuados para esta etapa de desarrollo constituye una restricción importante para su consolidación como especie de interés acuícola, por lo que la identificación de una temperatura óptima de crecimiento permitirá no solo optimizar los procesos productivos, sino también aportar criterios técnicos para definir zonas geográficas con condiciones ambientales favorables para el establecimiento y expansión de su cultivo.

- **Justificación científica**

Según Bernal (2010), la justificación en el ámbito científico se enfoca en resolver un problema o llenar un vacío en el conocimiento que necesite ser abordado, ya sea total o parcialmente, y que requiera una argumentación sólida para su desarrollo. Se busca contribuir al conocimiento acerca de la temperatura del agua y su influencia en el crecimiento de *M. caementarius*, una especie con potencial para la acuicultura. El identificar la temperatura óptima que contribuye al crecimiento de las postlarvas permitirá optimizar los procesos de cultivo, aumentando la eficiencia y la productividad y el desarrollo de nuevas tecnologías para

el cultivo que incorporen sistemas de control de temperatura y estrategias de alimentación específicas.

- **Justificación económica**

Baena (2017) señala que cualquier investigación debe demostrar si será capaz de recuperar la inversión realizada durante su desarrollo o si contribuirá a aumentar las ganancias. En el contexto del estudio de *M. caementarius*, la optimización del crecimiento de las postlarvas permitirá reducir los tiempos de cultivo y aumentar la producción, generando mayores ganancias para los productores, así como la expansión del cultivo de esta especie a nuevas regiones pudiendo generar nuevas oportunidades de empleo y desarrollo económico en áreas rurales. Además, su cultivo puede contribuir a diversificar el mercado de camarones, ofreciendo una alternativa a las especies tradicionales y generando nuevas oportunidades de exportación.

- **Justificación social**

Arias (2012) señala que toda investigación debe tener un impacto social significativo, siendo relevante para la sociedad y mostrando un alcance o proyección en su contexto. En relación con esto el cultivo de *M. caementarius* puede contribuir a la seguridad alimentaria, ofreciendo así una fuente de proteína de alta calidad a la población. La expansión de su cultivo puede ofrecer nuevas oportunidades de trabajo en áreas rurales, contribuyendo al desarrollo socioeconómico de las comunidades locales y ayudando a su conservación, al disminuir la presión sobre las poblaciones silvestres de esta especie.

1.5. Delimitación del estudio

1.5.1. Delimitación espacial

La investigación se llevó a cabo 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, elaboración del plan de trabajo, desarrollo de la parte experimental y el procesamiento de los resultados estuvieron enmarcados desde el mes de junio a diciembre 2025.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

No se encontraron estudios específicos sobre la influencia de la temperatura en el crecimiento del *Macrobrachium caementarius*. La literatura más amplia fue trabajada con otras especies, sin embargo, estas nos sirvieron de referencia para la investigación.

2.1.1. Antecedentes Internacionales

La investigación de Rodríguez et al., (2010) La investigación se plantea como objetivo principal la reducción del tiempo de crecimiento en juveniles de *Samastacus spinifrons* a partir del análisis del efecto de la temperatura del agua sobre los principales parámetros productivos, específicamente el crecimiento y la supervivencia, para lo cual se desarrolla un experimento controlado en el que se evalúan juveniles con tallas comprendidas entre 1 y 2 cm bajo cuatro condiciones térmicas diferenciadas, incluyendo un tratamiento control sometido al termoperiodo natural y tres tratamientos experimentales mantenidos a temperaturas constantes de 18°C, 22°C y 26°C, permitiendo evidenciar que la sobrevivencia alcanza sus valores más altos en el tratamiento de 18°C, lo que sugiere que este rango térmico favorece la estabilidad fisiológica de los juveniles, mientras que el crecimiento individual presenta un desempeño superior en el tratamiento de 22°C, indicando una mayor eficiencia en los procesos metabólicos asociados a la muda y al aumento de biomasa, en contraste con los resultados desfavorables observados a 26°C, donde se registran bajos niveles de supervivencia, así como en el tratamiento control, en el cual se identifica la ocurrencia de conductas de canibalismo, concluyéndose que la temperatura ejerce una influencia significativa y diferenciada sobre el desarrollo de la especie, y que las estrategias de cultivo deben considerar de manera integrada tanto la optimización del crecimiento como la maximización de la supervivencia para definir condiciones térmicas adecuadas.

Gallardo et al., (2015) La investigación se orienta a evaluar de manera integral el efecto de la temperatura del agua sobre el crecimiento, la supervivencia, el desove y la viabilidad reproductiva en el acocil *Cambarellus patzcuarensis*, para lo cual se emplean 90 juveniles distribuidos experimentalmente en nueve tinas de dimensiones 51 x 35 x 12 cm, asignándose tres unidades experimentales por tratamiento térmico, bajo condiciones controladas que incluyen aireación continua y la provisión de refugios individuales de PVC con el fin de reducir el estrés y la interacción agresiva entre organismos, evaluándose tres rangos de temperatura definidos en $18^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{ C}$, $22^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{ C}$ y $26^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{ C}$ mediante el uso de calentadores automáticos para acuarios de 100 watts, mientras que de forma paralela se supervisan de manera constante la nutrición y la calidad del agua para minimizar la influencia de factores externos, analizándose los resultados obtenidos a través de un análisis de varianza de un solo factor con un nivel de significancia del 95% y complementándose la comparación de medias mediante la prueba de Rangos Múltiples de Tukey, lo que permite identificar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en relación con la supervivencia de las hembras y la viabilidad reproductiva, aunque sin variaciones relevantes en el porcentaje de desoves, observándose que la mayor viabilidad se registra a 26° C , mientras que el índice más alto de supervivencia de hembras se presenta a 18° C , concluyéndose que la temperatura constituye un factor determinante que influye de manera diferenciada sobre la supervivencia y los procesos reproductivos en hembras de *C. patzcuarensis*, particularmente en lo referido al desove y la viabilidad.

Montagna (2011) La investigación se orienta a analizar de manera comparativa el efecto de distintas temperaturas del agua sobre la supervivencia y el crecimiento de juveniles de dos especies de camarones de agua dulce, desarrollándose un experimento de laboratorio durante un periodo de crianza de dos meses en el que se evalúa la respuesta fisiológica y productiva frente a cuatro niveles térmicos definidos en 15°C , 20°C , 25°C y 30°C , considerando variables

clave como la supervivencia, la frecuencia de mudas y los patrones de desarrollo asociados al incremento de tamaño por muda y a la duración de la fase de intermuda, observándose que ambas especies presentan comportamientos similares en cuanto a supervivencia y patrón general de crecimiento bajo los distintos regímenes térmicos, con incrementos claros en la supervivencia a 20°C y 25°C y una reducción marcada a la temperatura más baja, mientras que el número de mudas aumenta progresivamente con el incremento térmico, registrándose intervalos de intermuda que varían entre 22,2 y 9,9 días en *M. borellii* y entre 20,8 y 9,5 días en *P. argentinus*, correspondientes a 15°C y 30°C respectivamente, sin evidenciarse diferencias significativas entre ambas especies en dicha fase, asimismo el incremento de tamaño por muda se intensifica notablemente entre 15°C y 25°C para luego disminuir en los organismos mantenidos a 30°C, detectándose además variaciones significativas en la pendiente de regresión entre el aumento de tamaño por muda y la longitud del cefalotórax en función de la temperatura, concluyéndose que *M. borellii* presenta una mayor tolerancia a temperaturas elevadas y un crecimiento más acelerado, casi duplicado a 25°C, en comparación con *P. argentinus*, lo que sugiere una ventaja competitiva de esta especie para adaptarse a la dinámica de los ecosistemas de agua dulce, especialmente en ambientes sometidos a presión o influencia antrópica.

Arzola et al., (2013) La investigación se orienta a evaluar el efecto combinado de la salinidad y la temperatura sobre los parámetros de supervivencia y el número de mudas en postlarvas PL12 de *Litopenaeus vannamei*, considerando cinco niveles de salinidad definidos en 5, 15, 25, 35 y 45 ups y cinco rangos térmicos de 15, 20, 25, 30 y 35 °C, bajo un diseño experimental completamente factorial replicado cuatro veces para cada combinación, utilizando acuarios de 3 litros con una densidad estandarizada de 100 postlarvas por litro, donde las variaciones de salinidad se obtienen mediante la disolución de sal granulada sin yodo en agua de mar para los valores más altos y mediante la dilución con agua dulce filtrada para

alcanzar las concentraciones más bajas, exponiéndose postlarvas previamente aclimatadas a 35 ups y 28 °C de forma abrupta a las condiciones experimentales durante un periodo de 30 minutos, tras lo cual se procede a su depuración y retorno a las condiciones iniciales con fines de recuperación, registrándose posteriormente el número de postlarvas vivas y la presencia de exuvias, y analizándose los datos obtenidos mediante un análisis de varianza de dos vías que permite determinar que tanto la salinidad como la temperatura, así como su interacción, influyen de manera significativa en la supervivencia y la frecuencia de mudas ($p < 0.05$), observándose valores de supervivencia que oscilan entre 94.4 y 99.8%, con reducciones evidentes en condiciones de baja salinidad combinadas con temperaturas extremas, mientras que los mayores porcentajes de supervivencia y las frecuencias de muda más altas se registran de forma independiente a la salinidad y la temperatura, con excepción del tratamiento de 5 ups a 15, 30 y 35 °C, donde se presenta la mayor mortalidad alcanzando un 5.6% a 5 ups y 30 °C, concluyéndose que las temperaturas de 20 y 25 °C, en combinación con las salinidades evaluadas, constituyen las mejores condiciones.

Gonzales (2022) El estudio se orienta a analizar la producción de larvas de camarón a partir del registro sistemático de variables productivas y ambientales, tales como la talla y el peso de las larvas, así como la temperatura y la salinidad del agua, todo ello para poder determinar las fluctuaciones en talla y peso al finalizar cada proceso de producción, desarrollándose un total de doce producciones durante el año, en las que se evidencian descensos significativos en los niveles productivos asociados principalmente a la disminución de la temperatura, así como la presencia de picos máximos y mínimos en el desarrollo larval relacionados con la temperatura y los valores de pelegamos, manteniéndose la salinidad constante en 33 ups, complementándose el análisis con la identificación de los porcentajes y tipos de alimentos suministrados, determinándose que en los estadios tempranos comprendidos entre Zoea 1 y mysis 3 los balanceados con mayor participación corresponden a Frippak, Mpz

y Mpl, mientras que en el estadio Pl2 el producto comercial Epibal llegó a obtener un 57,6%, y en fases posteriores como Pl5 destacan otras marcas con un 50%, concluyéndose que la temperatura constituye un factor clave para garantizar una adecuada supervivencia, estabilidad productiva.

Díaz et al., (1993) en su artículo científico se propusieron analizar la temperatura óptima y preferida para el crecimiento de postlarvas y juveniles de *Macrobrachium rosenbergii*. Se adaptaron a diversas temperaturas y se usaron para evaluar su temperatura preferida y óptima de desarrollo. Para ambas fases se determinó que la temperatura ideal final, basado en la curva de preferencia y el crecimiento óptimo, se ubicó entre 29 y 31°C. Se concluye que uno de los criterios de selección de ubicación para los cultivos comerciales debe ser que las fluctuaciones anuales de la temperatura del agua no sobrepasan ese rango

Ahmed et al., (2015), se propusieron estudiar el efecto del fotoperiodismo y la temperatura sobre la muda de una gamba de agua dulce *Macrobrachium dayanum* en el laboratorio durante 91 días. Se adquirieron 60 especímenes sanos de *M. dayanum* con peso homogéneo. Las gambas de prueba fueron clasificadas en tres categorías: control, exposición a oscuridad continua durante 24 horas y exposición a luz continua durante 24 horas. Se determinó que la frecuencia de muda incrementó con el aumento del fotoperiodo y la temperatura a 24L: 00D (17,50 °C) en comparación con el control (12L: 12D, 16,49 °C). La tasa de muda más baja se observó en (24D: 00L, 13,15 °C). En conclusión, la mayor muda registrada en luz continua durante 24 horas mostró que un mayor fotoperiodo y un incremento de la temperatura tuvieron un impacto positivo en el crecimiento de *Macrobrachium dayanum*; consumieron una buena alimentación y crecieron más rápidamente, gracias a una mejor eficiencia de asimilación.

De Los Santos et al. (2017), en su investigación 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*.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Ferrer et al., (2024), se plantearon determinar la temperatura óptima y la tolerancia térmica de las postlarvas *Cryphiops (Cryphiops) caementarius* después de su aclimatación a seis diferentes temperaturas de cultivo (19 °C, 22 °C, 24 °C, 26 °C, 28 °C y 30 °C) durante un periodo de 45 días de cultivo. Los valores óptimos de los parámetros de crecimiento se encontraron en el rango de temperatura de 24 °C a 28 °C, con una temperatura ideal para el crecimiento de 26 °C (aumento de peso del 81,70%; tasa de crecimiento específica del 1,33%/día), aunque no tuvo un efecto o significativo ($p > 0,05$) en la supervivencia (64%–71%) de las postlarvas. El notable incremento ($p < 0,05$) en la temperatura de aclimatación elevó tanto la temperatura crítica máxima (CTMax: de 33,82 °C a 38,48 °C) como la mínima (CTMin: de 9,27 °C a 14,58 °C). El rango de tolerancia térmica creció ($p < 0,05$) de 24,55 °C a 25,48 °C en las postlarvas aclimatadas a 28 °C, pero bajó ($p < 0,05$) a 23,90 °C en las aclimatadas a 30 °C. La respuesta a la aclimatación fue menor para la CTMax y mayor para la

CTMin. Los márgenes de seguridad térmica presentes (12,48 °C) y los proyectados (9,48 °C) fueron comparables a los documentados para otros crustáceos de climas cálidos. Un polígono de tolerancia térmica en el intervalo de 19 a 30 °C proporcionó un área estimada de 242,25 °C². Los hallazgos expuestos pueden emplearse en actividades de acuicultura y además para contribuir a la conservación de esta especie ante los efectos anticipados del calentamiento global.

Reyes et al., (2020) El estudio se orienta a encontrar el óptimo de temperatura para las postlarvas del camarón de río *Cryphiops caementarius* previamente aclimatadas a distintos regímenes térmicos, para lo cual los organismos son recolectados del río Mala y posteriormente aclimatados en ambientes artificiales en laboratorio en un tiempo de 60 días a una temperatura control de 19.4 ± 0.6 °C, así como a temperaturas constantes de 22, 24, 26, 28 y 30 °C, empleándose un sistema de gradiente térmico comprendido entre 10 °C y 33 °C conformado por una canaleta de PVC de 3 m de longitud y 10 cm de profundidad la cual se dividió en 18 compartimentos, donde en uno de los extremos se instalan termorreguladores de 100 W y en el extremo opuesto se colocan bolsas de hidrogel congelado para generar el gradiente, determinándose la preferencia termal mediante el método agudo con evaluaciones realizadas entre las 08:00 y 14:00 horas, observándose que las postlarvas aclimatadas a 19 °C y 22 °C tienden a desplazarse hacia compartimentos con temperaturas superiores a las de aclimatación, mientras que aquellas aclimatadas a 28 °C y 30 °C se movilizan preferentemente hacia zonas con temperaturas más bajas, en tanto que las postlarvas aclimatadas a 24 °C y 26 °C se distribuyen en compartimentos cuyas temperaturas se mantienen próximas a las condiciones de aclimatación, evidenciándose que la temperatura previa de aclimatación no ejerce un efecto sobre la preferencia termal registrada, la cual se ubica en un rango estrecho entre 23.9 °C y 24.7 °C, estableciéndose finalmente una preferencia termal promedio de 24.5 °C, valor que resulta

relevante y debe considerarse como referencia técnica para el manejo y el diseño de condiciones térmicas en el cultivo de la especie.

2.2. Bases teóricas

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

2.2.1.1. Clasificación taxonómica

Según Guevara C. R. (2024) menciona en Consideraciones acerca de la evolución de la condición reproductiva del recurso camarón en ríos de Arequipa lo indicado en el portal Decanet eds. (2024). Lista Mundial de decápodos, con base en la publicación de Mantelato et al. (2021), *Macrobrachium caementarius* (Molina, 1782) es el actual nombre científico de la especie antes denominada *Cryphiops caementarius*, conocida como “camarón de río”.

Reino: Animalia

Phylum: Artrópoda

Clase: Malacostrácea

Orden: Decápoda

Familia: Palaemonidae

Género: *Macrobrachium*

Especie: *Macrobrachium caementarius* (Molina, 1782)

2.2.1.2. Biología

Se trata de un animal de constitución robusta, cuyo abdomen presenta una longitud y grosor similares a los del cefalotórax. El rostro posee una cresta dorsal caracterizada por una hilera de seis a siete dientes gruesos. En algunos ejemplares pueden observarse dientes a lo largo del borde ventral, mientras que en otros estos están completamente ausentes, existiendo además formas intermedias entre ambos extremos (Jara, 1994).

El primer y segundo par de patas caminadoras de la especie presentan una estructura terminal en forma de quela o tenaza, característica morfológica que adquiere mayor relevancia

en el segundo par, el cual se distingue por un tamaño considerablemente superior al del primero y por una marcada asimetría, ya que una de estas extremidades suele desarrollarse con mayor robustez respecto a su par contralateral, rasgo descrito detalladamente por Jara (1994), mientras que, de manera complementaria, se reconoce que el segundo par de patas manifiesta diferencias evidentes entre machos y hembras, asociándose estas variaciones a la mayor anchura observada en los extremos del segundo segmento abdominal en relación con la longitud total del abdomen y con el cefalotórax, lo que constituye un indicador morfológico consistente de dimorfismo sexual en la especie, tal como lo señala Castro (1966), aportando criterios anatómicos claros para la diferenciación sexual y la descripción taxonómica.

2.2.1.3. Hábitat y Distribución

El *C. caementarius* se distribuye a lo largo de los ríos de la costa occidental de Perú y Chile. En territorio chileno, su presencia llega hasta Valparaíso, considerado su límite sur (Retamal, 1981). Entre los ríos donde se ha reportado su presencia están el Loa, Elqui, Huasco, La Ligua y Aconcagua (Castro, 1966).

Según varios estudios esta especie puede hallarse en vertientes occidentales de los andes, los estudiosos mencionan que en Perú se ubica en cuerpos loticos como el río Chancay-Lambayeque, existen reportes que indican que su distribución altitudinal puede alcanzar hasta los 1400 msnm (Báez, 1985), variando según la pendiente o el desnivel del lecho del río. Además, se estima que cerca del 80% de la población presente en la costa peruana se concentra en los ríos de Arequipa sobre todo en Ocoña, Majes Camaná y Tambo donde su extracción tiene una importancia significativa (Yépez, 2009).

2.2.2. Etapa postlarva del *Macrobrachium caementarius*

2.2.2.1. Etapa postlarva

Para que las larvas alcancen la etapa de postlarva, primero deben pasar por varias mudas, cuyo ritmo depende de factores como la temperatura, el nivel de oxígeno disuelto, la

salinidad del agua y la cantidad de alimento disponible. En el estudio de (Morales et al., 2006). se observó que las larvas atraviesan 18 etapas de zoea antes de transformarse en postlarvas.

2.2.2.2. Alimentación postlarva

La alimentación se basa en el uso de pellet. El alimento inicial contiene un 50% de proteína y sus partículas miden entre 0.8 y 1.3 mm de diámetro. El segundo tipo de pellet tiene un 55% de proteína y un tamaño que va de 1.5 a 2 mm. Las raciones se reparten cuatro veces al día: a las 8:00, 12:00, 15:00 y 16:00 horas. La cantidad diaria debe corresponder aproximadamente al 8–10% del peso de la biomasa. Tanto el nivel de proteína como la cantidad proporcionada se ajustan conforme van creciendo las postlarvas (Álvarez Veliz y otros, 2021).

2.2.3. Temperatura del agua en el crecimiento

2.2.3.1. Temperatura del agua

Este parámetro tiene influencia directa en el crecimiento y la supervivencia de una gran cantidad de organismos hidrobiológicos. En el caso de los camarones, peces y otras especies acuícolas, su importancia es aún mayor porque estos animales son poiquiloterms (de sangre fría). Esto significa que no pueden regular su temperatura corporal y dependen directamente de la temperatura del agua que los rodea. De acuerdo con Boyd (2018) las especies acuícolas suelen agruparse como de aguas frías, aguas cálidas o tropicales, según el rango de temperatura en el que pueden desarrollarse. La temperatura del agua representa la energía cinética promedio de sus moléculas y se mide en grados Celsius o Fahrenheit, de manera lineal.

2.2.3.2. Crecimiento

El crecimiento de múltiples organismos hidrobiológicos se entiende como el incremento de dos evaluaciones biométricas como los son el peso y la longitud. Este desarrollo que se obtiene con el avanzar del tiempo da como resultados múltiples reacciones químicas, fenómenos osmóticos y otros factores que aportan material al organismo, el cual se distribuye en distintas partes del cuerpo (Tresierra y Culquichicón, 1993).

Es necesario recalcar que la velocidad de ese crecimiento suele disminuir con la edad, hasta detenerse casi por completo en la etapa adulta. En cambio, los crustáceos, al contar con un tegumento rígido, presentan un crecimiento que parece darse de forma intermitente.

En estos artrópodos, el crecimiento está directamente ligado al proceso de muda. A lo largo de su ciclo de vida pasan por una serie de mudas (o ecdisis) separadas por periodos de intermuda. Estas mudas son más frecuentes durante las primeras etapas de desarrollo y se reducen notablemente o incluso desaparecen en la vida adulta. Durante cada proceso de muda, el crustáceo elimina completamente su exoesqueleto antiguo y presenta un incremento rápido y transitorio de tamaño corporal, fenómeno que se produce principalmente por la absorción de agua en una fase previa al endurecimiento del nuevo tegumento, permitiendo la expansión del cuerpo antes de que la cutícula adquiriera rigidez, proceso que posteriormente se completa mediante la incorporación progresiva de sales de calcio, las cuales se movilizan y concentran en la hemolinfa y, en determinadas especies, se almacenan temporalmente en estructuras especializadas como los gastrolitos, las glándulas digestivas u otros depósitos internos, desempeñando un papel esencial en la mineralización y endurecimiento del nuevo exoesqueleto durante el periodo de muda, tal como lo describe Stevenson (1985), resaltando la importancia fisiológica de este mecanismo en el crecimiento y la supervivencia de los crustáceos.

2.2.3.3. Calidad del agua

Zacarías y Yépez (2008) señalan que, para que el agua sea adecuada para el desarrollo del camarón de río, es necesario llevar un registro diario de la temperatura y realizar análisis químicos utilizando un kit en los tanques de cría de *C. caementarius*. Estos tanques deben mantenerse dentro de los siguientes rangos fisicoquímicos: temperatura entre 15 y 27 °C, pH de 6.5 a 9.0, oxígeno disuelto entre 5 y 10 mg/L, alcalinidad total de 100 a 200 ppm de CaCO₃ y dureza total entre 150 y 400 ppm. Con estos valores se preparan las condiciones adecuadas para camarones. Estos tipos de análisis de agua se realiza de manera alternada, lo que permite

monitorear su calidad y corregir cualquier parámetro que pueda representar un riesgo para el cultivo.

2.3.Bases filosóficas

En este estudio, adoptamos una perspectiva fundamentada en la filosofía de la ciencia para comprender la importancia del método científico en la investigación. La observación del crecimiento de las postlarvas de camarones en respuesta a diferentes temperaturas se alinea con el enfoque empírico fundamental de la ciencia.

En consonancia con la filosofía de la biología, este estudio nos ayuda a comprender la naturaleza de la vida del camarón, cómo la temperatura del agua afecta su fisiología y comportamiento, y las implicaciones de la cría intensiva para la evolución de la especie. La filosofía de la biología también analiza el papel de la tecnología en la cría de camarones, considerando las implicaciones éticas y sociales del uso de la tecnología para controlar el ambiente de cultivo y manipular los procesos biológicos de los camarones.

La ética ambiental se centra en la relación moral entre los humanos y el medio ambiente. En el caso del cultivo de camarones, esta rama de la filosofía nos plantea preguntas cruciales sobre nuestra responsabilidad hacia los ecosistemas acuáticos, la biodiversidad y el bienestar de los camarones. La ética ambiental también considera el bienestar de los camarones, reconociendo que las condiciones de cultivo, como la temperatura del agua, la densidad de población y la disponibilidad de alimento, pueden afectar su salud y calidad de vida. La búsqueda de la sostenibilidad en la industria camaronera, minimizando los impactos negativos y preservando los recursos naturales para las futuras generaciones, es un objetivo fundamental de la ética ambiental.

2.4. Definición de términos básicos

Crecimiento: es al aumento en tamaño o masa de un organismo, y es un proceso clave para la supervivencia y el desarrollo.

Crecimiento de Peso: El crecimiento de peso es un proceso dinámico y cuantificable que se define como el aumento de la masa y el tamaño corporal.

Crecimiento de Longitud: Aumento de su tamaño a lo largo del tiempo, el cual se produce de forma discontinua y a través de un proceso llamado muda.

***Cryphiops caementarius*:** Es una especie de camarón de agua dulce nativa de Sudamérica.

Influencia: La influencia o influir se refiere a la capacidad de una cosa para producir efectos en otra.

Laboratorio: Espacio equipado con los medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos, pruebas y análisis de carácter científico o técnico.

***Macrobrachium caementarius*:** También conocido como camarón de río anteriormente llamado *Cryphiops caementarius*, esta especie es de medio acuático dulce.

Postlarvas: Es un estadio de desarrollo en el ciclo biológico de los camarones y de otros crustáceos, que se produce después de la etapa de nauplio y antes de que alcancen la apariencia de un adulto.

Supervivencia: Es la acción y efecto de sobrevivir, es decir, de permanecer vivo o continuar existiendo.

2.5.Hipótesis de la investigación

2.5.1. Hipótesis general

La temperatura del agua influye en el crecimiento de postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio en UNJFSC 2025.

2.5.2. Hipótesis específicas

La temperatura del agua influye en el crecimiento longitudinal de postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio.

La temperatura del agua influye en el incremento de peso de postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio.

La temperatura del agua influye en la supervivencia de postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio.

2.6.Operacionalización las Variables

2.6.1. Identificación de variables

V. Independiente: Temperatura del agua

V. Dependiente: Crecimiento de postlarvas *Macrobrachium caementarius*

Tabla 1. Operacionalización de variables e indicadores

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
V.I. Temperatura del agua	La temperatura del agua es una medida de la energía térmica contenida en el agua. Cuanto mayor es la temperatura del agua, mayor es la energía térmica contenida en ella. La temperatura del agua es un factor importante en muchos procesos biológicos y químicos, y puede afectar el crecimiento de los organismos acuáticos.	La variable se medirá en función de sus dimensiones, variaciones de temperatura, temperatura mínima, temperatura máxima y temperatura promedio, evaluando crecimiento y supervivencia ante las variaciones de temperatura.	Rango de Temperatura	Temperatura mínima (°C) Temperatura promedio(°C) Temperatura máxima(°C)	Intervalar
V.D. Crecimiento de postlarvas <i>Macrobrachium caementarius</i>	Es un proceso biológico complejo mediante el cual incrementa su tamaño y masa corporal a lo largo de las diferentes etapas de su ciclo de vida. El crecimiento es un proceso discreto y rápido que ocurre durante la muda, entre mudas, su talla y peso se mantienen relativamente constantes debido al caparazón rígido que limita la expansión (Stevenson, 1985).	La variable crecimiento se evaluará mediante las dimensiones del crecimiento y supervivencia del <i>Macrobrachium caementarius</i> mediante la medición del peso (gramos) y la longitud (centímetros) de los individuos.	Crecimiento	Peso	De razón
				Longitud	De Razón
			Supervivencia	Tasa de supervivencia	De Razón

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 para resolver problemas específicos (González, 2021). El proyecto de Investigación es tipo aplicada, porque se centra en la aplicación del uso de las temperaturas del agua para resolver los problemas en el crecimiento de postlarvas de *M. caementarius* y proporcionar soluciones prácticas en el cultivo.

3.1.2. Nivel de Investigación

Coincidiendo con Hernández Sampieri (2018) la presente propuesta de investigación es de nivel explicativo debido a que establece una causa (Temperatura del agua) – efecto (crecimiento de postlarvas) entre las variables planteadas.

3.1.3. Diseño de investigación

Según Gavilánez (2021), el diseño experimental se considera el método más riguroso para determinar relaciones de causa y efecto, gracias a la aleatorización y al control de variables. La investigación tiene un diseño de carácter experimental. Dado que la variable independiente (temperatura del agua) será alterada para después evaluar la variable dependiente (crecimiento de postlarvas).

3.1.4. Enfoque

La investigación se basa en el análisis cuantitativo, debido a que se recopilaban datos como peso, talla, tasa de supervivencia en postlarvas del *M. caementarius* cultivados a diferentes temperaturas 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 está compuesta por postlarvas de *Macrobrachium caementarius* recolectadas del río Huaura y cultivadas en el laboratorio Larval de la FIP.

3.2.2. Muestra

Se utilizaron 168 postlarvas de *Macrobrachium caementarius* distribuidas en seis grupos:

Grupo 01: Temperatura ambiente del agua (20 °C en promedio)

Grupo 02: Temperatura del agua a 22 °C

Grupo 03: Temperatura del agua a 24 °C

Grupo 04: Temperatura del agua a 26 °C

Grupo 05: Temperatura del agua a 28 °C

Grupo 06: Temperatura del agua a 30 °C

3.3. Técnicas de recolección de datos

3.3.1. Área de estudio

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

Figura 1: Instalaciones del Laboratorio Larval, UNJFSC



Nota. Instalaciones donde se llevó a cabo la investigación

3.3.2. Acondicionamiento de laboratorio

Para la desinfección de los acuarios de vidrio, baldes y demás materiales se utilizó hipoclorito de sodio, posteriormente se enjuagó todos los materiales con abundante agua y se procedió a ordenar los materiales.

3.3.3. Obtención de ejemplares de *Macrobrachium caementarius*

Inicialmente los ejemplares de postlarvas del *Macrobrachium caementarius* en estudio procedieron del río Huaura, ubicado en la ciudad de Huacho. Las postlarvas fueron trasladados al laboratorio larval para el presente estudio para lo cual los primeros 15 días fueron aclimatados en condiciones de laboratorio en el mes de junio 2025.

*Figura 2: Obtención de postlarvas del *Macrobrachium caementarius**



Nota. Imagen tomada por el investigador.

3.3.4. Manejo de postlarvas

Las postlarvas de los camarones fueron colocados en 6 acuarios de vidrio de capacidad de 30 litros en una proporción de 28 postlarvas por cada acuario, con aireación continua y con diferentes temperaturas (Fig. 3). en cada acuario (T.A, 22°C, 24°C, 26°C, 28°C, 30°C)

El Acuario 01 con temperatura ambiente natural (24hrs) estuvo cubierto con maya para evitar la fuga de las postlarvas. El Acuario 02 con temperatura de 22°C (24hrs) estuvo cubierto con maya para evitar la fuga de las postlarvas. El Acuario 03 con temperatura de 24°C (24hrs) estuvo cubierto con maya para evitar la fuga de las postlarvas. El Acuario 04 con temperatura de 26°C (24hrs) estuvo cubierto con maya para evitar la fuga de las postlarvas. El Acuario 05 con temperatura de 28°C (24hrs) estuvo cubierto con maya para evitar la fuga de las postlarvas. El Acuario 06 con temperatura de 30°C (24hrs) estuvo cubierto con maya para evitar la fuga de las postlarvas.

Figura 3: Unidades de cultivo del Macrobrachium caementarius



Nota. Módulos en donde se llevó a cabo la investigación.

3.3.5. Alimentación de postlarvas

Durante los 15 primeros días de cultivo las postlarvas fueron alimentados alimento balanceado de 30% de proteína y microalgas. Los últimos 3 meses fueron alimentados solo con alimento balanceado del 30% de proteína.

3.3.6. Técnicas empleadas

Los datos fueron obtenidos mediante las biometrías para obtener registros de peso, talla y tasa de supervivencia. 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 incremento en peso, incremento en longitud y tasa de supervivencia cada 15 días una vez instalada en las unidades experimentales (Figura 4) hasta la culminación de la fase experimental. Se hizo uso de un vernier y una balanza digital y mediante los resultados obtenidos se evaluó la eficiencia de los tratamientos y conocer cómo iban desarrollándose las postlarvas.

- **Longitud**

Se midió desde el inicio del Rostum hasta el Telson con apoyo de un Vernier.

- **Peso**

Se midió haciendo uso de una balanza de precisión y una placa Petri para obtener el peso exacto del ejemplar. Los datos fueron colocados en fichas de registro.

- **Supervivencia**

Durante el periodo de evaluación se realizó conteos del número de postlarvas vivas en cada acuario, así mismo se fue observando el número de ejemplares muertos los cuales se anotaron en las fichas de registros.

Figura 4: Biometría de los ejemplares del Macrobrachium caementarius



Nota. Instrumental de medición de laboratorio empleada en la investigación

3.3.6.2. Evaluación de la temperatura del agua y sus parámetros físicos químicos

Las mediciones de temperatura fueron evaluadas diariamente 3 veces al día (08:00am; 12:00pm y 16:00pm) (Figura 5) con ayuda de un termómetro digital. Para las postlarvas, se midió pH, Nitrito, Nitrato, Oxígeno disuelto y Amonio una vez a la semana empleando un kit de análisis de agua por colorimetría marca API.

Figura 5: Medición de parámetros de calidad del agua



Nota. Procedimiento de la evaluación de la calidad de agua.

3.4. Técnicas de procesamiento de información

Los datos fueron procesados en Excel 2018 y IBM SPSS Statistics V22.0 con la finalidad de analizar la influencia de la temperatura del agua en el crecimiento de postlarvas del *Macrobrachium caementarius*.

3.4.1. Estadística descriptiva

La información es representada visualmente a través de gráficos de barras o gráficos lineales en Microsoft Excel 2018. Estos gráficos muestran la relación entre la temperatura del agua y el crecimiento de las postlarvas.

3.4.2. Estadística inferencial

Para evaluar la influencia de la temperatura del agua en el crecimiento de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius*, se emplearon procedimientos de estadística inferencial utilizando los programas IBM SPSS Statistics versión 26.0. Previamente, se verificó el cumplimiento del supuesto de normalidad de los datos mediante la prueba de Kolmogorov–Smirnov, con la finalidad de determinar la naturaleza paramétrica o no paramétrica de las variables de estudio.

Dado que los resultados de la prueba de normalidad evidenciaron que los datos no seguían una distribución normal ($p < 0.05$), se optó por la aplicación de pruebas estadísticas no paramétricas. En este contexto, se utilizó la prueba de Kruskal–Wallis para contrastar las diferencias en la ganancia de talla y peso de las postlarvas entre los distintos tratamientos de temperatura del agua.

Posteriormente, cuando la prueba de Kruskal–Wallis mostró diferencias estadísticamente significativas, se realizaron comparaciones múltiples no paramétricas basadas en rangos, con el propósito de identificar las diferencias específicas entre los tratamientos evaluados, considerando un nivel de significancia del 5 %.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados

Del procesamiento de los datos recogidos de los tratamientos por un periodo de 3 meses se han determinado los resultados, los cuales se muestran en tablas y figuras.

4.1.1. Influencia de la temperatura del agua en el crecimiento longitudinal de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio.

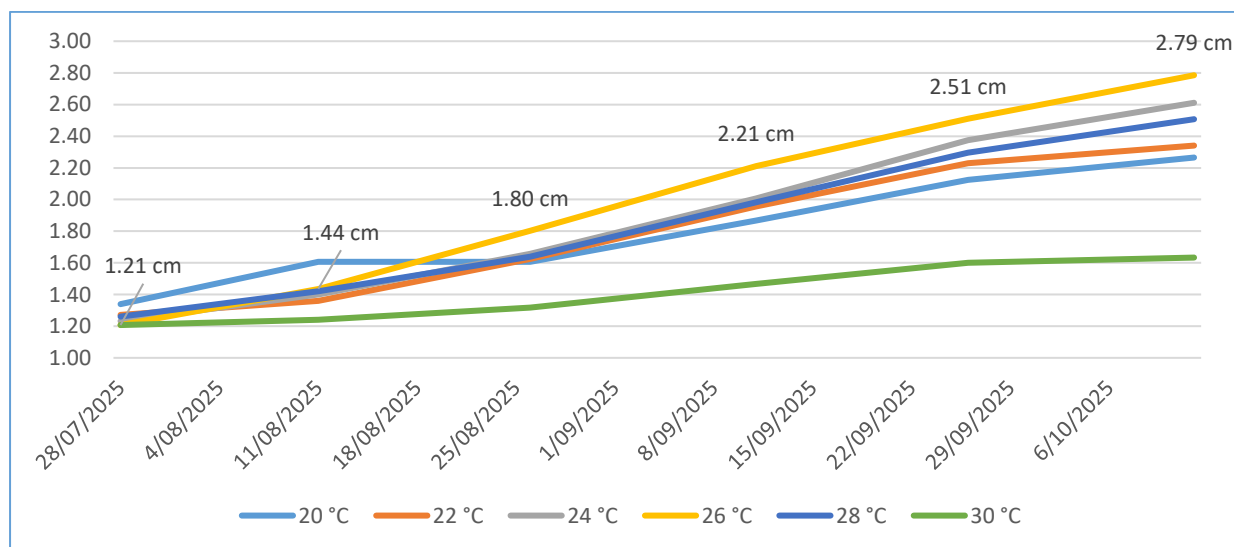
Tabla 1. Talla promedio de postlarvas a diferentes temperaturas durante el periodo de investigación

	28/07/2025	11/08/2025	26/08/2025	11/09/2025	26/09/2025	12/10/2025
20 °C	1.34	1.61	1.61	1.87	2.13	2.27
22 °C	1.27	1.36	1.63	1.96	2.23	2.34
24 °C	1.23	1.40	1.66	2.01	2.38	2.61
26 °C	1.21	1.44	1.80	2.21	2.51	2.79
28 °C	1.26	1.42	1.64	1.98	2.30	2.51
30 °C	1.21	1.24	1.32	1.47	1.60	1.63

Nota. Elaboración propia.

En la tabla se puede observar los valores promedio obtenidos de la talla por cada medición realizada de acuerdo con el cronograma de la investigación.

Figura 6. Comportamiento de la Talla promedio de postlarvas a diferentes temperaturas durante el periodo de investigación



Nota. Elaboración propia.

En la Figura 6 se observa el comportamiento del crecimiento longitudinal promedio de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* sometidas a diferentes temperaturas del agua durante el periodo experimental. En términos generales, el crecimiento en longitud presenta una tendencia ascendente en todos los tratamientos evaluados, lo que indica un incremento progresivo de la talla conforme avanza el tiempo de cultivo; sin embargo, la magnitud de dicho crecimiento varía según la temperatura aplicada.

Las postlarvas mantenidas a 26 °C muestran el mayor incremento longitudinal a lo largo del periodo de evaluación, alcanzando el valor promedio más alto de talla al final del experimento (2.79 cm), lo que refleja un desarrollo más acelerado en comparación con los demás tratamientos. De forma similar, los tratamientos a 24 °C y 28 °C evidencian un crecimiento sostenido, aunque con valores finales ligeramente inferiores, registrando tallas promedio de 2.61 cm y 2.51 cm, respectivamente.

Por otro lado, las postlarvas expuestas a temperaturas de 20 °C y 22 °C presentan un crecimiento longitudinal más lento durante todo el periodo experimental, con incrementos graduales pero inferiores a los observados en los tratamientos de temperaturas intermedias. Estos tratamientos muestran curvas de crecimiento menos pronunciadas, lo que indica una menor respuesta en el desarrollo corporal bajo temperaturas más bajas.

En contraste, el tratamiento a 30 °C exhibe el menor crecimiento longitudinal entre todos los tratamientos evaluados. A pesar de mostrar un aumento progresivo de la talla, la pendiente de la curva es claramente inferior, alcanzando un valor final promedio de 1.63 cm, lo que evidencia un desempeño reducido del crecimiento en condiciones de temperatura elevada.

En conjunto, la figura permite apreciar que el crecimiento longitudinal de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* responde de manera diferenciada a las variaciones de temperatura del agua, observándose un mejor desempeño en los tratamientos de temperatura

intermedia y una disminución del crecimiento tanto en temperaturas bajas como en temperaturas elevadas.

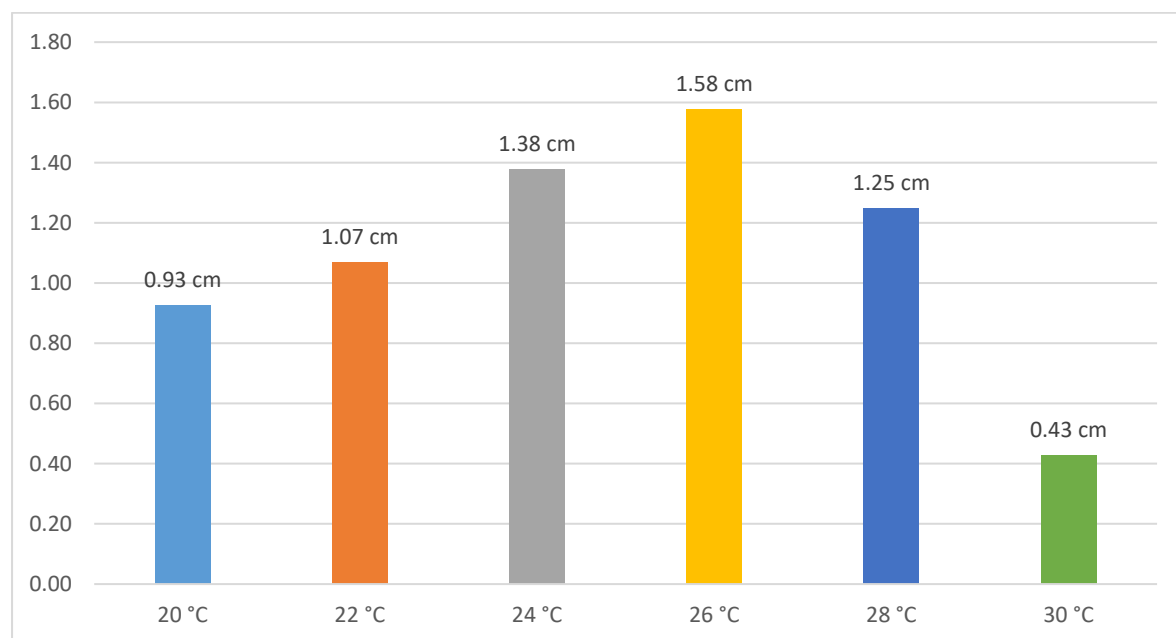
Tabla 2. Promedio de ganancia de talla por temperatura

	20 °C	22 °C	24 °C	26 °C	28 °C	30 °C
Peso inicial	1.34	1.27	1.23	1.21	1.26	1.21
Peso final	2.27	2.34	2.61	2.79	2.51	1.63
Ganancia	0.93	1.07	1.38	1.58	1.25	0.43

Nota. Elaboración propia

En la Tabla 2 se presentan los valores promedio de talla inicial, talla final y ganancia de talla de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* sometidas a diferentes temperaturas del agua durante el periodo experimental. Los datos muestran las variaciones en el incremento longitudinal registradas en cada tratamiento térmico, permitiendo comparar la ganancia de talla obtenida entre las distintas temperaturas evaluadas.

Figura 7: Comportamiento de la ganancia de talla por temperatura de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio



Nota. Elaboración propia

En la figura 7 se evidencia que la ganancia de talla de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* presenta variaciones claras en función de la temperatura del agua durante el

periodo experimental. Al comparar los valores de talla inicial y final, se observa que el incremento longitudinal no es uniforme entre los tratamientos evaluados.

Las postlarvas mantenidas a 26 °C registraron la mayor ganancia de talla, con un incremento promedio de 1.58 cm, lo que representa el crecimiento longitudinal más elevado entre todos los tratamientos. De manera similar, el tratamiento a 24 °C mostró un incremento considerable de 1.38 cm, seguido por el tratamiento a 28 °C, con una ganancia promedio de 1.25 cm, evidenciando un crecimiento favorable en el rango de temperaturas intermedias.

En contraste, las postlarvas expuestas a 22 °C y 20 °C presentaron incrementos más moderados, con ganancias de 1.07 cm y 0.93 cm, respectivamente, lo que indica un crecimiento longitudinal más lento bajo condiciones térmicas más bajas. Por su parte, el tratamiento a 30 °C mostró el menor incremento de talla, con una ganancia promedio de apenas 0.43 cm, reflejando un desempeño significativamente reducido en el crecimiento longitudinal.

En conjunto, los datos muestran que la ganancia de talla aumenta progresivamente desde los tratamientos de menor temperatura hasta alcanzar su máximo a 26 °C, para luego disminuir en los tratamientos superiores, siendo más marcada la reducción a 30 °C. Esta variación evidencia que la temperatura del agua influye de manera diferenciada en el crecimiento longitudinal de las postlarvas durante el periodo evaluado.

4.1.2. Influencia de la temperatura del agua en el crecimiento del peso de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio.

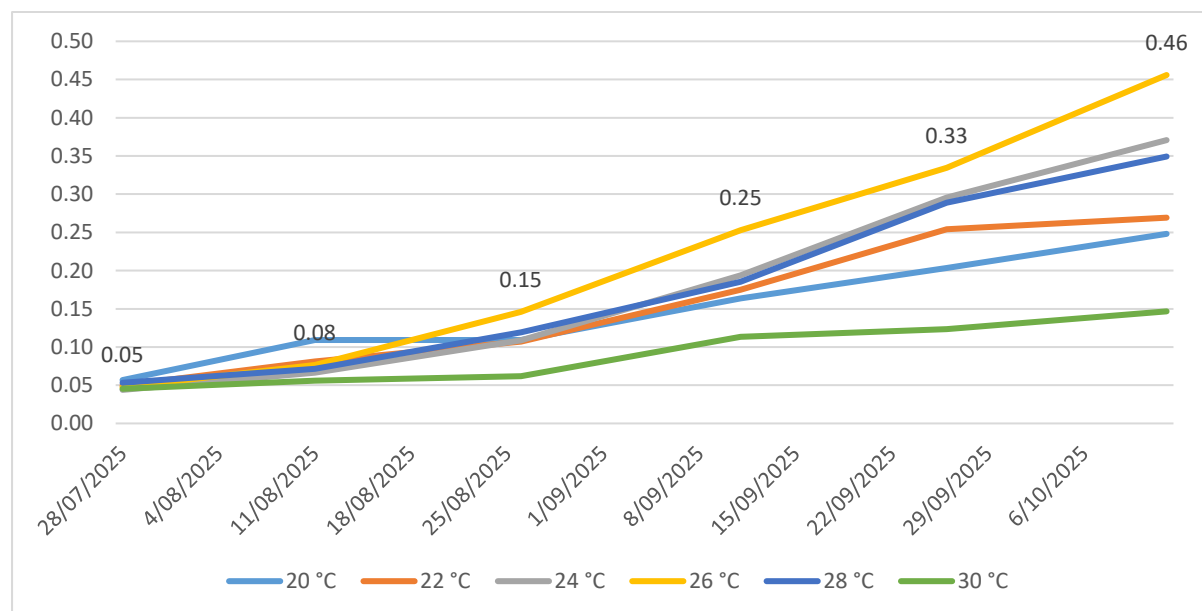
Tabla 3. Peso promedio de postlarvas a diferentes temperaturas durante el periodo de investigación

	28/07/2025	11/08/2025	26/08/2025	11/09/2025	26/09/2025	12/10/2025
20 °C	0.06	0.11	0.11	0.16	0.20	0.25
22 °C	0.05	0.08	0.11	0.18	0.25	0.27
24 °C	0.04	0.07	0.11	0.19	0.30	0.37
26 °C	0.05	0.08	0.15	0.25	0.33	0.46
28 °C	0.05	0.07	0.12	0.19	0.29	0.35
30 °C	0.05	0.06	0.06	0.11	0.12	0.15

Nota. Elaboración propia

En la tabla se puede observar los valores promedio obtenidos de la talla por cada medición realizada de acuerdo con el cronograma de la investigación.

Figura 8. Comportamiento del peso promedio de postlarvas a diferentes temperaturas durante el periodo de investigación



Nota. Elaboración propia

En la Figura 8 se muestra el comportamiento del peso promedio de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* cultivadas a diferentes temperaturas del agua durante el periodo experimental. En general, se observa un incremento progresivo del peso en todos los

tratamientos conforme avanza el tiempo de cultivo; sin embargo, la magnitud de este incremento varía de acuerdo con la temperatura aplicada.

El tratamiento a 26 °C presenta el mayor incremento de peso a lo largo del periodo de evaluación, evidenciando una curva de crecimiento más pronunciada y alcanzando el valor promedio más alto al final del experimento (0.46 g). De manera similar, los tratamientos a 24 °C y 28 °C muestran un aumento sostenido del peso, aunque con valores finales inferiores, registrando 0.37 g y 0.35 g, respectivamente.

Por otro lado, las postlarvas mantenidas a 22 °C y 20 °C presentan un incremento de peso más moderado durante todo el periodo experimental. Si bien ambas temperaturas evidencian una tendencia ascendente, sus curvas de crecimiento muestran pendientes menos marcadas, alcanzando valores finales promedio de 0.27 g y 0.25 g, respectivamente.

En contraste, el tratamiento a 30 °C muestra el menor incremento de peso entre todos los tratamientos evaluados. A pesar de presentar un aumento gradual a lo largo del tiempo, la curva correspondiente a esta temperatura se mantiene por debajo de las demás, alcanzando un valor final promedio de 0.15 g, lo que refleja un menor desempeño en la ganancia de biomasa bajo esta condición térmica.

En conjunto, la figura permite apreciar que el crecimiento en peso de las postlarvas responde de manera diferenciada a las variaciones de temperatura del agua, observándose un mayor incremento en los tratamientos de temperatura intermedia y una menor ganancia de peso tanto en temperaturas más bajas como en la temperatura más elevada evaluada.

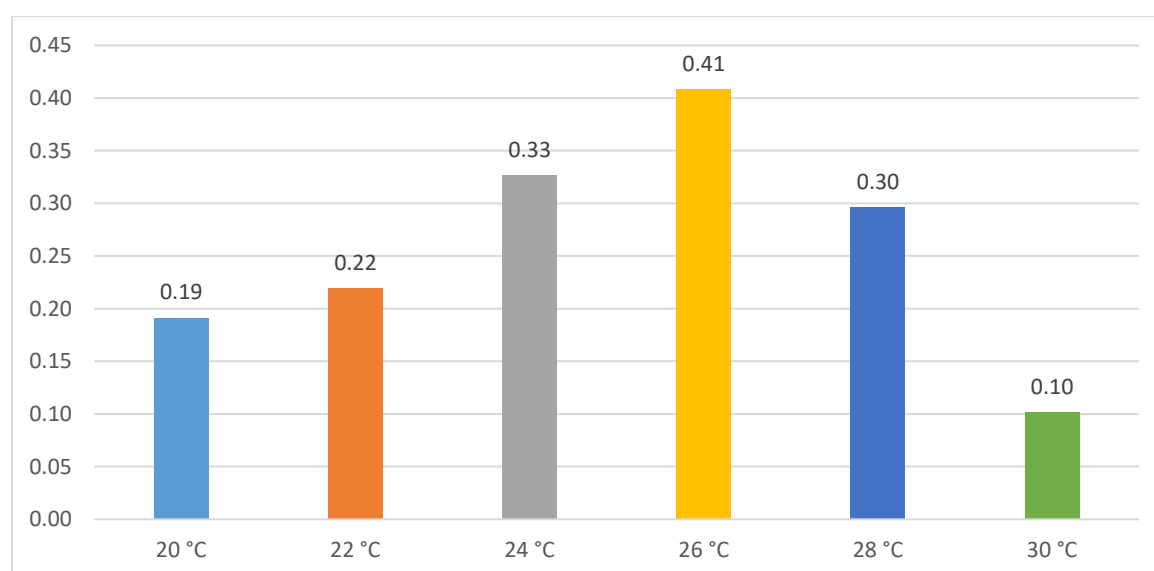
Tabla 4. Promedio de ganancia de peso por temperatura

	20 °C	22 °C	24 °C	26 °C	28 °C	30 °C
Peso inicial	0.06	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05
Peso final	0.25	0.27	0.37	0.46	0.35	0.15
Ganancia	0.19	0.22	0.33	0.41	0.30	0.10

Nota. Elaboración propia

En la Tabla 3 se muestran los valores promedio de peso inicial, peso final y ganancia de peso de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* sometidas a diferentes temperaturas del agua durante el periodo experimental. Los datos permiten identificar el incremento obtenido en cada tratamiento térmico, a partir de la diferencia entre el peso inicial y el peso final registrados al inicio y al término del experimento, respectivamente, facilitando la comparación de la ganancia de peso entre las distintas temperaturas evaluadas.

Figura 9: Comportamiento de la ganancia de peso por temperatura de las postlarvas de Macrobrachium caementarius en laboratorio



Nota. Elaboración propia

En la Figura 9 se presenta el comportamiento de la ganancia de peso de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* sometidas a diferentes temperaturas del agua durante el periodo experimental. Los valores representados corresponden a la diferencia entre el peso inicial y el peso final registrado en cada tratamiento térmico, lo que permite comparar la magnitud de la ganancia ponderal alcanzada a cada temperatura evaluada.

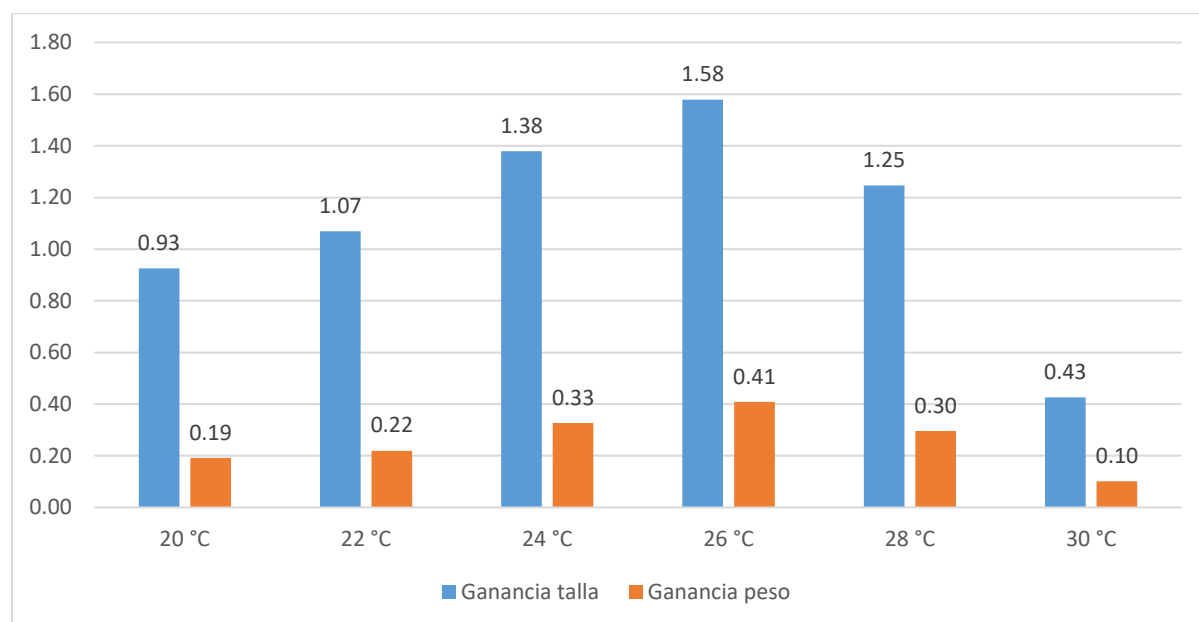
Se observa que la mayor ganancia de peso se registra en el tratamiento a 26 °C, con un incremento promedio de 0.41 g, evidenciando el valor más alto entre todas las temperaturas

analizadas. Le siguen los tratamientos a 24 °C y 28 °C, con ganancias de 0.33 g y 0.30 g, respectivamente, mostrando incrementos intermedios.

En los tratamientos a 22 °C y 20 °C, la ganancia de peso es menor, con valores de 0.22 g y 0.19 g, respectivamente, lo que refleja un incremento ponderal más reducido en comparación con las temperaturas intermedias. Por su parte, el tratamiento a 30 °C presenta la menor ganancia de peso, con un valor promedio de 0.10 g, evidenciando un desempeño inferior en el incremento de biomasa bajo esta condición térmica.

En conjunto, la figura permite apreciar diferencias en la ganancia de peso de las postlarvas en función de la temperatura del agua, destacándose mayores incrementos en los tratamientos de temperatura intermedia y menores ganancias en las temperaturas más bajas y en la temperatura más elevada evaluada.

*Figura 10: Influencia de la temperatura del agua en el crecimiento en talla y peso de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio*



Nota. Elaboración propia

En la Figura 10 se presenta de manera comparativa la ganancia de talla y la ganancia de peso de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* sometidas a diferentes temperaturas

del agua durante el periodo experimental. La representación conjunta de ambas variables permite evaluar el comportamiento integral del crecimiento en función de la temperatura aplicada.

Los resultados muestran que la mayor ganancia de talla se registra en el tratamiento a 26 °C, con un incremento promedio de 1.58 cm, seguido por los tratamientos a 24 °C (1.38 cm) y 28 °C (1.25 cm). De forma similar, la ganancia de peso alcanza su valor máximo también a 26 °C, con un incremento promedio de 0.41 g, superando a los demás tratamientos evaluados. Estos valores indican que, a esta temperatura, ambas dimensiones del crecimiento presentan su mayor expresión simultánea.

En los tratamientos a 24 °C y 28 °C se observa un desempeño intermedio, con incrementos importantes tanto en talla como en peso, aunque inferiores a los alcanzados a 26 °C. En contraste, las temperaturas más bajas (20 °C y 22 °C) muestran menores ganancias en ambas variables, evidenciando un crecimiento más limitado. Por su parte, el tratamiento a 30 °C presenta las menores ganancias tanto en talla (0.43 cm) como en peso (0.10 g), reflejando un desempeño reducido del crecimiento bajo esta condición térmica.

El análisis conjunto de ambas variables permite apreciar que el crecimiento en talla y peso responde de manera paralela a las variaciones de temperatura, alcanzando sus valores más altos a 26 °C. En este sentido, la coincidencia del máximo incremento longitudinal y de peso en dicho tratamiento permite afirmar que 26 °C representa la temperatura óptima para el crecimiento de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en condiciones de laboratorio, dentro del rango de temperaturas evaluado.

4.1.3. Influencia de la temperatura del agua en la tasa de supervivencia de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio.

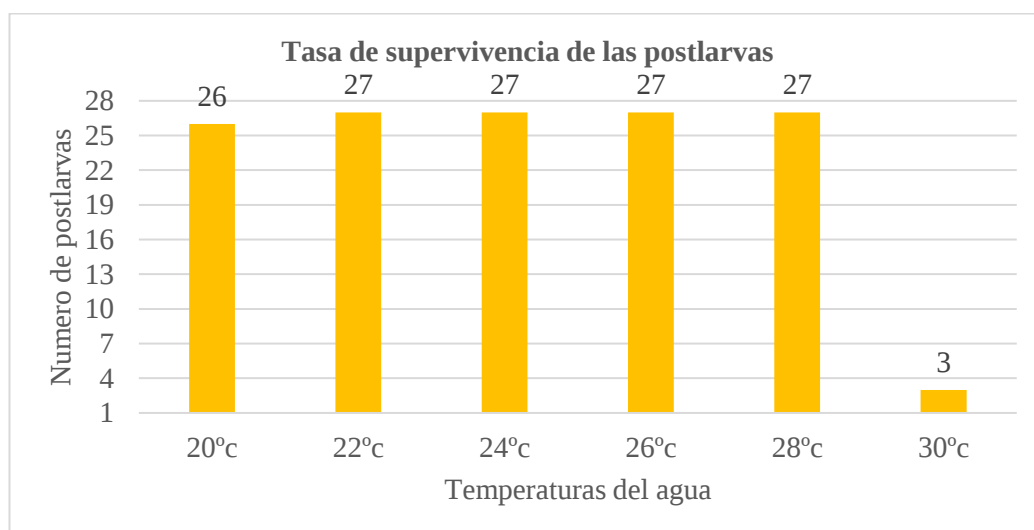
Tabla 5: Numero y Porcentaje de mortalidad de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio

Temperatura del agua	Mortalidad (cantidad)	% de mortalidad
20°C	2	7.14 %
22°C	1	3.57 %
24°C	1	3.57 %
26°C	1	3.57 %
28°C	1	3.57 %
30°C	25	89.29 %

Nota. Elaboración propia

En la Tabla 5 se presentan los valores correspondientes a la mortalidad registrada en las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* sometidas a diferentes temperaturas del agua durante el periodo experimental. La tabla muestra, para cada tratamiento térmico, el número de postlarvas muertas y el porcentaje de mortalidad calculado con relación al total de individuos evaluados en cada unidad experimental, permitiendo comparar la magnitud de la mortalidad entre las distintas temperaturas analizadas.

Figura 11: Tasa de supervivencia de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio



Nota. Elaboración propia

En la Figura 11 se presenta la tasa de supervivencia de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* sometidas a diferentes temperaturas del agua en condiciones de laboratorio. Los valores expresan el número de postlarvas sobrevivientes al final del periodo experimental en cada tratamiento térmico.

Se observa que, en los tratamientos comprendidos entre 20 °C y 28 °C, la supervivencia se mantiene elevada y relativamente homogénea, con valores que oscilan entre 26 y 27 postlarvas vivas por unidad experimental. Estos resultados indican que, dentro de este rango de temperaturas, las postlarvas mantienen una alta capacidad de supervivencia durante el periodo de evaluación.

En contraste, el tratamiento a 30 °C presenta una reducción drástica en el número de postlarvas sobrevivientes, registrándose únicamente 3 individuos vivos al finalizar el experimento. Está marcada disminución evidencia un comportamiento diferenciado respecto a los demás tratamientos evaluados.

En conjunto, la figura muestra que la supervivencia de las postlarvas se mantiene estable en un amplio rango de temperaturas intermedias, mientras que a la temperatura más elevada evaluada se produce una disminución pronunciada del número de individuos sobrevivientes.

Tabla 6: Control de los parámetros de calidad de agua durante el tratamiento

Temperatura (°C)	Ph	Nitrito (ppm)	Nitrato (ppm)	Amonio (ppm)	OD (mg/L)	Observaciones
20	8.2	0	0	0	5	Se observo que las postlarvas tenían un comportamiento y apetito normal
22	8.2	0	0	0	5	Se observo que las postlarvas tenían un comportamiento y apetito normal
24	8.2	0	0	0.25	5	Se observo que las postlarvas tenían un comportamiento y apetito mucho mejor
26	8.2	0.25	0	0.25	5	Se observo que las postlarvas tenían un comportamiento y apetito mucho mejor
28	8.2	0.25	0.2	0.25	5	Se observo que las postlarvas tenían un comportamiento y apetito mejor

30	8.3	0.50	5.0	0.25	5	Se observó que las postlarvas tenían un comportamiento y apetito lento y a partir del segundo mes les salió manchitas blancas en distintas partes del exoesqueleto
----	-----	------	-----	------	---	--

Nota. Elaboración propia

La Tabla 6 presenta el control de los principales parámetros de calidad de agua registrados durante el desarrollo del experimento a las diferentes temperaturas evaluadas. El pH se mantuvo relativamente estable a lo largo de todos los tratamientos, con valores cercanos a 8.2, registrándose un ligero incremento a 8.3 en el tratamiento de 30 °C, lo que indica condiciones alcalinas constantes durante el periodo de evaluación. El oxígeno disuelto (OD) se mantuvo uniforme en 5 mg/L en todos los tratamientos, asegurando condiciones adecuadas de oxigenación para las postlarvas.

En cuanto a los compuestos nitrogenados, se observó que a 20 °C y 22 °C los niveles de nitrito, nitrato y amonio fueron nulos, reflejando una buena estabilidad del sistema. A partir de 24 °C y 26 °C, se registraron concentraciones bajas de amonio (0.25 ppm) y nitrito (0.25 ppm), mientras que los nitratos permanecieron en valores no detectables. En el tratamiento de 28 °C, además de la presencia de amonio y nitrito en concentraciones bajas, se detectó nitrato (0.2 ppm). Finalmente, a 30 °C se observaron los valores más elevados de compuestos nitrogenados, destacando un incremento de nitrito (0.50 ppm) y nitrato (5.0 ppm), manteniéndose el amonio en 0.25 ppm.

Respecto al comportamiento observado, las postlarvas mantenidas entre 20 °C y 22 °C mostraron un comportamiento y apetito normal, mientras que en los tratamientos de 24 °C y 26 °C se evidenció una mejora notable en el comportamiento y la actividad alimenticia. A 28 °C, el comportamiento fue calificado como adecuado, aunque ligeramente inferior al observado en los tratamientos intermedios. En contraste, a 30 °C se registró un comportamiento lento y

una disminución del apetito, observándose además la aparición de manchas blancas en distintas zonas del exoesqueleto a partir del segundo mes de cultivo.

Resumen de resultados:

Temperaturas ideales

Las temperaturas ideales para su cultivo están en el rango de 24-28 °C: Estas temperaturas son las más favorables para el crecimiento de las postlarvas, ya que se observan los mayores incrementos tanto en peso como en talla. En particular, a 26 °C se registra el máximo crecimiento en talla y un buen incremento en peso.

Asimismo, en el rango de 20-22 °C, estas temperaturas más bajas, el crecimiento en peso y talla es considerablemente menor, lo que indica que las postlarvas pueden no estar metabolizando eficientemente los nutrientes o que su actividad metabólica se reduce debido a la baja temperatura del agua.

Temperatura optima

Basándonos en resultados del gráfico, la temperatura óptima para el cultivo de postlarvas está en 26 °C, ya que presenta el mayor crecimiento en talla y un buen crecimiento en peso.

Consideraciones

Mortalidad a 30 °C: La alta tasa de mortalidad observada a 30 °C se sugiere que esta temperatura es letal para las postlarvas. El hecho de que solo sobrevivieran 3 de 28 unidades equivalente al 11% de supervivencia, al final del período experimental indica un estrés térmico severo que compromete la viabilidad de las postlarvas.

El análisis del gráfico nos sugiere que las temperaturas entre el rango de 24 y 28 °C son las más adecuadas para el cultivo de postlarvas, siendo 26 °C la temperatura óptima en términos de crecimiento en talla y peso. Sin embargo, es fundamental evitar temperaturas elevadas como 30 °C, ya que causan alta mortalidad.

4.2. Contrastación de la hipótesis

4.2.1. Influencia del crecimiento de longitud de postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio.

Hipótesis específica 1:

- **H1:** La temperatura del agua influye en el crecimiento longitudinal de postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio.
- **H0:** La temperatura del agua no influye en el crecimiento longitudinal de postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio.

Prueba de normalidad

Tabla 7. Prueba de normalidad

Kolmogorov-Smirnov ^a			
	Estadístico	gl	Sig.
Talla (cm)	,147	137	,000*

Nota. Elaboración propia

De acuerdo con la tabla 7, en donde se presentan los resultados de la prueba de normalidad de Kolmogorov–Smirnov aplicada a los datos de talla de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius*. El estadístico obtenido fue de 0.147, con 137 grados de libertad y un nivel de significancia de $p = 0.000$.

El valor de significancia obtenido es menor al nivel de 0.05, lo que indica que los datos no siguen una distribución normal. Debido a ello se aplicará la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis, para el análisis de las diferencias en la talla final entre las distintas temperaturas del agua evaluadas.

Tabla 8. Prueba de Kruskal–Wallis

Variable	Grupos	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	H	p
Tallas	20	26	2.27	0.2	2.3	5	50.72	<0.0001
	22	27	2.34	0.18	2.4			
	24	27	2.61	0.43	2.5			
	26	27	2.79	0.28	2.8			
	28	27	2.51	0.26	2.5			
	30	3	1.63	0.06	1.6			

Nota. Elaboración propia

La Tabla 8 presenta los resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis aplicada a la variable talla de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* cultivadas a diferentes temperaturas del agua. Los valores descriptivos muestran que la mediana de la talla aumenta progresivamente desde los tratamientos de 20 °C y 22 °C hasta alcanzar su valor máximo a 26 °C (mediana = 2.8 cm), seguido por los tratamientos de 24 °C y 28 °C, mientras que a 30 °C se registra la menor mediana de talla (1.6 cm).

El análisis estadístico evidenció un valor del estadístico $H = 50.72$, con 5 grados de libertad, y un nivel de significancia $p < 0.0001$, lo que indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas en la talla de las postlarvas entre las temperaturas evaluadas. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula, confirmándose que la temperatura del agua influye significativamente en el crecimiento en talla de las postlarvas en condiciones de laboratorio.

Asimismo, los resultados reflejan que las temperaturas intermedias, particularmente 26 °C, favorecen un mayor crecimiento, mientras que temperaturas extremas, especialmente 30 °C, se asocian con una marcada reducción en la talla alcanzada por las postlarvas.

Tabla 9. Prueba de Kruskal–Wallis – comparaciones múltiples

Tratamiento	Medianas	Letras	
26	2.8	A	
24	2.5	B	
28	2.5	B	C
22	2.4	C	D
20	2.3	D	E
30	1.6	E	

Nota. Elaboración propia

La Tabla 9 presenta los resultados de las comparaciones múltiples no paramétricas aplicada a la variable talla final de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* cultivadas a diferentes temperaturas del agua. Los valores de mediana permiten evaluar el comportamiento del crecimiento en talla en cada tratamiento térmico, mientras que la asignación de letras indica la existencia o ausencia de diferencias estadísticas entre los grupos evaluados.

Se observa que el tratamiento a 26 °C registra la mayor mediana de talla (2.8 cm) y se ubica en un grupo estadístico exclusivo (letra A), lo que indica que presenta un crecimiento significativamente superior respecto a los demás tratamientos. Los tratamientos a 24 °C y 28 °C muestran medianas de 2.5 cm y comparten letras (B y B–C, respectivamente), lo que evidencia que no presentan diferencias significativas entre sí y que su desempeño en talla es inferior al registrado a 26 °C.

Por otro lado, los tratamientos a 22 °C y 20 °C presentan medianas de 2.4 cm y 2.3 cm, respectivamente, y comparten letras adyacentes (C–D y D–E), lo que refleja un crecimiento intermedio y la ausencia de diferencias significativas entre estos tratamientos, aunque sí difieren de los tratamientos con mayores medianas. Finalmente, el tratamiento a 30 °C muestra la menor mediana de talla (1.6 cm) y se agrupa de manera exclusiva con la letra E, evidenciando un crecimiento significativamente inferior al resto de temperaturas evaluadas.

En conjunto, los resultados indican que la ganancia de talla de las postlarvas varía significativamente en función de la temperatura del agua, identificándose a 26 °C como la

condición térmica que favorece el mayor crecimiento, mientras que temperaturas extremas, especialmente 30 °C, afectan negativamente el desarrollo en talla.

4.2.2. La temperatura del agua influye en el crecimiento de peso de postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio.

Hipótesis específica 2:

- **H1:** La temperatura del agua influye en el crecimiento de peso de postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio.
- **H0:** La temperatura del agua no influye en el crecimiento de peso de postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio.

Prueba de normalidad

Tabla 10. Prueba de normalidad

Kolmogorov-Smirnov ^a			
	Estadístico	gl	Sig.
Peso (g)	,130	137	,000*

Nota. Elaboración propia

En la Tabla 10 se presentan los resultados de la prueba de normalidad de Kolmogorov–Smirnov aplicada a los datos de talla de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius*. El estadístico obtenido fue de 0.130, con 137 grados de libertad y un nivel de significancia de $p = 0.000$.

El valor de significancia obtenido es menor al nivel de 0.05, lo que indica que los datos no siguen una distribución normal. Debido a ello se aplicará la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis, para el análisis de las diferencias en el peso final entre las distintas temperaturas del agua evaluadas.

Tabla 11. Prueba de Kruskal–Wallis

Variable	Grupos	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	H	p
Peso	20	26	0.25	0.07	0.24	5	44.9	<0.0001
	22	27	0.27	0.07	0.25			
	24	27	0.37	0.16	0.32			
	26	27	0.46	0.14	0.45			
	28	27	0.35	0.12	0.32			
	30	3	0.15	0.01	0.15			

Nota. Elaboración propia

La Tabla 11 presenta los resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis aplicada a la variable peso de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* cultivadas a diferentes temperaturas del agua. Los estadísticos descriptivos muestran que la mediana del peso incrementa progresivamente desde los tratamientos de 20 °C y 22 °C hasta alcanzar su valor máximo a 26 °C (mediana = 0.45 g), seguido por los tratamientos de 24 °C y 28 °C, mientras que el tratamiento a 30 °C presenta la menor mediana de peso (0.15 g).

El análisis estadístico evidenció un valor del estadístico $H = 44.9$, con 5 grados de libertad, y un nivel de significancia $p < 0.0001$, lo que indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas en el peso de las postlarvas entre las temperaturas evaluadas. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula, confirmándose que la temperatura del agua influye significativamente en el crecimiento de peso de las postlarvas bajo condiciones de laboratorio.

Asimismo, los resultados reflejan que las temperaturas intermedias, particularmente 26 °C, favorecen un mayor incremento en el peso corporal, mientras que temperaturas extremas, especialmente 30 °C, se asocian con una reducción marcada del peso alcanzado, evidenciando un efecto negativo sobre el crecimiento.

Tabla 12. Prueba de Kruskal–Wallis – comparaciones múltiples del peso.

Tratamiento	Medianas	Letras	
26	2.8	A	
24	2.5	B	
28	2.5	B	C
22	2.4	C	D
20	2.3	D	E
30	1.6	E	

Nota. Elaboración propia

La tabla presenta los resultados de las comparaciones múltiples no paramétricas aplicadas a la variable peso final de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* sometidas a diferentes tratamientos de temperatura. Las medianas del peso y la asignación de letras permiten identificar las diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados.

Se observa que el tratamiento a 26 °C presenta la mayor mediana de peso (0.45 g) y se ubica en un grupo estadístico exclusivo (letra A), lo que indica que este tratamiento genera un incremento en peso significativamente superior en comparación con el resto de las temperaturas evaluadas. Los tratamientos a 28 °C y 24 °C muestran medianas iguales (0.32 g) y comparten la letra B, evidenciando que no existen diferencias significativas entre ellos, aunque sí presentan valores inferiores al tratamiento óptimo de 26 °C.

Por su parte, los tratamientos a 22 °C y 20 °C presentan medianas de 0.25 g y 0.24 g, respectivamente, compartiendo la letra C, lo que indica un crecimiento en peso intermedio y sin diferencias significativas entre ambos tratamientos. Finalmente, el tratamiento a 30 °C registra la menor mediana de peso (0.15 g) y se agrupa de manera exclusiva con la letra D, evidenciando un efecto negativo significativo de esta temperatura sobre el crecimiento en peso de las postlarvas.

En conjunto, los resultados confirman que el crecimiento en peso de las postlarvas varía significativamente en función de la temperatura del agua, identificando que 26 °C es la condición térmica óptima, mientras que temperaturas extremas, especialmente 30 °C, afectan negativamente el desempeño productivo.

4.2.3. La temperatura del agua influye en la supervivencia de postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio.

Hipótesis específica 3:

- **H1:** La temperatura del agua influye en la supervivencia de postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio.
- **H0:** La temperatura del agua no influye en la supervivencia de postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en laboratorio.

Tabla 13. Número de animales vivos al final del experimento.

Temperatura	Mortalidad	Supervivencia	Total
20 °C	2	26	28
22 °C	1	27	28
24 °C	1	27	28
26 °C	1	27	28
28 °C	1	27	28
30 °C	25	3	28

Nota. Elaboración propia

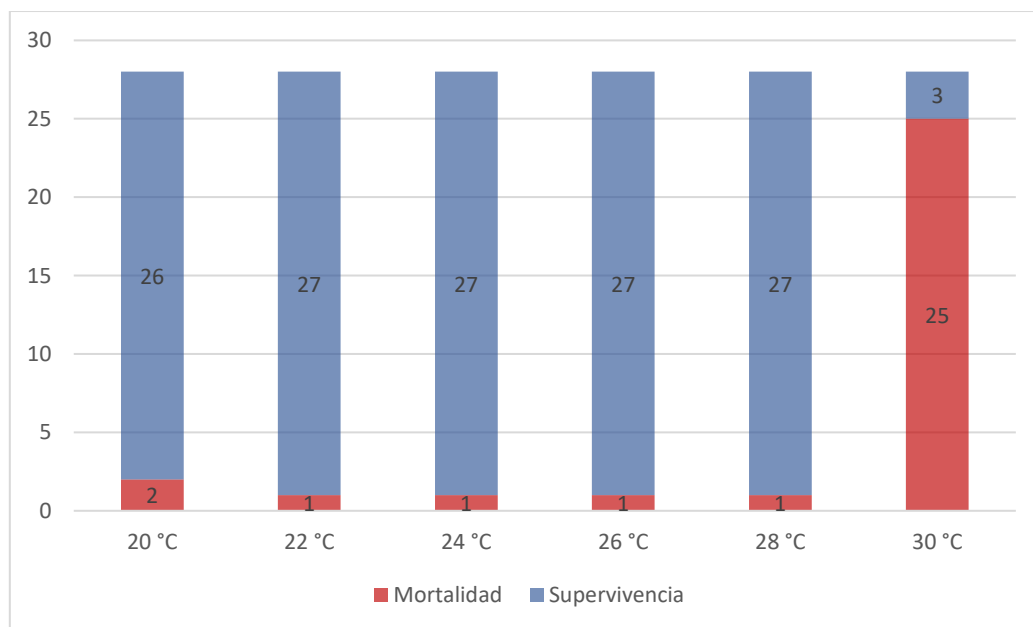
La tabla presenta la mortalidad y supervivencia final de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* expuestas a diferentes temperaturas del agua durante el periodo experimental. En los tratamientos comprendidos entre 20 °C y 28 °C, se registran valores de mortalidad bajos y relativamente homogéneos, con 1 a 2 individuos muertos por tratamiento, lo que se traduce en altos niveles de supervivencia que oscilan entre 26 y 27 postlarvas vivas de un total inicial de 28 individuos.

En contraste, el tratamiento a 30 °C muestra un comportamiento marcadamente distinto, registrándose una mortalidad elevada de 25 postlarvas, lo que corresponde a una supervivencia final de solo 3 individuos. Este resultado evidencia un efecto negativo severo de la temperatura elevada sobre la viabilidad de las postlarvas, diferenciándose claramente del resto de los tratamientos evaluados.

En conjunto, los datos indican que las temperaturas comprendidas entre 20 °C y 28 °C permiten mantener una alta supervivencia de las postlarvas bajo condiciones de laboratorio, mientras que una temperatura de 30 °C genera un incremento drástico de la mortalidad, lo que sugiere que este nivel térmico se encuentra fuera del rango de tolerancia de la especie en esta etapa de desarrollo.

Para mayor detalle se expone una imagen gráfica de lo suscitado en la investigación

Figura 12: Número de individuos en la investigación de Macrobrachium caementarius en laboratorio



Nota. Elaboración propia

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. Crecimiento de *Macrobrachium caementarius*

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian de manera consistente que la temperatura del agua ejerce una influencia significativa sobre el crecimiento en talla, el crecimiento en peso y la supervivencia de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* cultivadas en condiciones de laboratorio. En conjunto, los análisis descriptivos, gráficos y estadísticos confirman que el desempeño productivo de las postlarvas no es homogéneo a lo largo del gradiente térmico evaluado, sino que responde de forma diferenciada según la temperatura aplicada.

En relación con el crecimiento longitudinal, los resultados muestran que todas las postlarvas incrementaron su talla a lo largo del periodo experimental; sin embargo, la magnitud de este crecimiento varió significativamente entre tratamientos. Las temperaturas intermedias, particularmente 26 °C, registraron los mayores valores de talla final y ganancia longitudinal, lo cual fue corroborado tanto por las tendencias observadas en las figuras como por la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis, que evidenció diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$). Las comparaciones múltiples permitieron identificar que el tratamiento a 26 °C se ubicó en un grupo estadístico superior, mientras que las temperaturas extremas, especialmente 30 °C, presentaron el menor crecimiento en talla, lo que sugiere una respuesta negativa del organismo ante condiciones térmicas elevadas.

Un patrón similar se observó en el crecimiento en peso de las postlarvas. Aunque en todos los tratamientos se registró un incremento progresivo del peso corporal, los mayores valores de ganancia ponderal se alcanzaron nuevamente a 26 °C, seguido por los tratamientos a 24 °C y 28 °C. La prueba de Kruskal–Wallis confirmó la existencia de diferencias significativas entre temperaturas ($p < 0.0001$), y las comparaciones múltiples permitieron clasificar los tratamientos en grupos estadísticos diferenciados. Estos resultados indican que

las temperaturas intermedias favorecen una mayor eficiencia en la conversión del alimento y en los procesos metabólicos asociados al crecimiento, mientras que temperaturas bajas o excesivamente altas limitan el incremento de biomasa.

Respecto a la supervivencia, los resultados muestran que las postlarvas mantuvieron tasas elevadas y homogéneas de supervivencia en el rango de 20 °C a 28 °C, con valores superiores al 92 %. En contraste, el tratamiento a 30 °C presentó una mortalidad extremadamente alta, con una supervivencia final de solo 3 individuos de un total de 28, lo que evidencia un estrés térmico severo.

El análisis de los parámetros de calidad de agua permite complementar la interpretación de estos resultados. Si bien el pH y el oxígeno disuelto se mantuvieron relativamente estables en todos los tratamientos, a 30 °C se registraron concentraciones más elevadas de nitrito y nitrato, junto con alteraciones visibles en el comportamiento y la salud de las postlarvas, como disminución del apetito y la aparición de manchas blancas en el exoesqueleto. Estas condiciones sugieren que la temperatura elevada no solo afecta directamente la fisiología de las postlarvas, sino que también puede alterar la dinámica de los compuestos nitrogenados, exacerbando el estrés ambiental.

En conjunto, los resultados obtenidos permiten afirmar que el rango térmico comprendido entre 24 °C y 28 °C resulta el más adecuado para el cultivo de postlarvas de *Macrobrachium caementarius* en condiciones de laboratorio, destacándose 26 °C como la temperatura óptima al presentar simultáneamente el mayor crecimiento en talla, el mayor incremento en peso y una alta supervivencia. Por el contrario, la temperatura de 30 °C se identifica como un umbral crítico que compromete severamente el crecimiento y la viabilidad de las postlarvas, por lo que debe evitarse en sistemas de cultivo controlado.

Los resultados obtenidos en la presente investigación concuerdan con diversos estudios que evidencian la influencia determinante de la temperatura del agua sobre los parámetros productivos y la supervivencia de crustáceos de agua dulce. Rodríguez y García (2019), al evaluar juveniles de *Samastacus spinifrons* bajo diferentes regímenes térmicos, demostraron que la temperatura ejerce un efecto significativo sobre el crecimiento y la sobrevivencia, observándose mejores desempeños productivos a temperaturas intermedias, particularmente en el tratamiento mantenido a 26 °C. Este comportamiento es consistente con lo observado en el presente estudio, donde las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* mostraron los mayores incrementos en talla y peso a 26 °C, confirmando que las temperaturas intermedias favorecen los procesos fisiológicos asociados al crecimiento.

Desde un enfoque fisiológico general, Boyd (2018) señala que la temperatura juega un papel crucial en el crecimiento y la supervivencia de los organismos acuáticos, especialmente en especies poiquilotérmicas como los camarones, cuya temperatura corporal depende directamente del ambiente. Bajo este principio, pequeñas variaciones térmicas pueden modificar la tasa metabólica, el consumo de alimento y la eficiencia de asimilación, lo que explica las diferencias significativas encontradas entre los tratamientos evaluados. En este sentido, los resultados del presente estudio refuerzan la afirmación de que la temperatura constituye un factor ambiental clave en el cultivo de camarones de río.

Asimismo, Ferrer et al., (2024) determinaron la temperatura óptima y la tolerancia térmica de postlarvas de *Cryphiops caementarius* cultivadas a diferentes temperaturas, encontrando que los mejores parámetros de crecimiento se registraron en el rango de 24 °C a 28 °C, con un óptimo a 26 °C. Estos hallazgos coinciden plenamente con los resultados del presente trabajo, donde dicho rango térmico mostró los mayores incrementos tanto en talla como en peso, destacándose nuevamente el tratamiento a 26 °C como el más favorable. Esta

concordancia refuerza la validez de los resultados obtenidos y su aplicabilidad para el manejo térmico en sistemas de cultivo controlado.

En cuanto a la supervivencia, Montagna (2011) reportó que, en juveniles de camarones de agua dulce, las tasas de supervivencia fueron mayores a temperaturas intermedias y disminuyeron en condiciones térmicas extremas. En el presente estudio se observó un patrón similar, ya que las mayores tasas de supervivencia se registraron entre 22 °C y 26 °C, mientras que a 30 °C se produjo una mortalidad elevada, alcanzando el 89 %, lo cual evidencia un severo estrés térmico. Este comportamiento sugiere que temperaturas elevadas superan el rango de tolerancia fisiológica de las postlarvas, comprometiendo su viabilidad y estabilidad metabólica.

En conjunto, la evidencia comparativa indica que el rango térmico óptimo para el cultivo de postlarvas de *Macrobrachium caementarius* se sitúa entre 24 °C y 28 °C, con un valor óptimo cercano a 26 °C, coincidiendo tanto con estudios previos como con los resultados experimentales obtenidos en esta investigación. Por el contrario, temperaturas extremas, particularmente 30 °C, resultan perjudiciales para el crecimiento y la supervivencia, por lo que su uso en sistemas de cultivo debe evitarse.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

6.1.1. Conclusión general

- En base a la contrastación de las hipótesis, en las cuales se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa, se concluye que la temperatura del agua influye significativamente en el crecimiento de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* bajo condiciones de laboratorio. Los resultados evidencian que la variación térmica afecta de manera directa tanto el incremento en peso como el crecimiento longitudinal, observándose un mejor desempeño productivo en temperaturas intermedias, lo que confirma el rol determinante de la temperatura como factor ambiental en el desarrollo de esta especie.

6.1.2. Conclusiones específicas

- Se concluye que la temperatura del agua influye significativamente en el incremento de peso de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius*, identificándose que las temperaturas comprendidas dentro del rango óptimo favorecen una mayor eficiencia en el crecimiento ponderal, en comparación con temperaturas inferiores o superiores a dicho rango, las cuales limitan el desempeño productivo.
- Se concluye que las postlarvas de *Macrobrachium caementarius* cultivadas a temperaturas de 24 °C, 26 °C y 28 °C presentaron un mayor crecimiento longitudinal, destacándose el tratamiento a 26 °C como el que registró el mayor incremento en talla. En contraste, las postlarvas mantenidas a temperaturas cercanas a 20–22 °C y a 30 °C mostraron un menor crecimiento longitudinal durante el periodo experimental.

- Se concluye que la temperatura del agua influye significativamente en la tasa de supervivencia de las postlarvas de *Macrobrachium caementarius*, observándose que el tratamiento a 30 °C presentó la menor supervivencia, alcanzando una tasa de mortalidad del 89.29 %, lo que evidencia que esta temperatura genera un alto nivel de estrés térmico y resulta desfavorable para el cultivo de la especie.

6.2 Limitaciones del Estudio

- Una de las principales limitaciones fue el material biológico “las postlarvas”, ya que solo se recolecta del río Huaura en los meses de mayo a agosto sujeto a disponibilidad y tiempo donde se debía transportar hasta la universidad. Esta situación incrementó el presupuesto destinado a la investigación, debido a que se tenía que ir a buscar distintos puntos del río durante semanas si había presencia de postlarvas para poder capturarlas.
- Asimismo, se presentaron problemas en el suministro del agua dentro de las instalaciones del centro acuícola. Las fallas en las tuberías de agua obligaron a acudir usar reservorios de agua y almacenar y distribuir bien las cantidades con el fin de mantener los parámetros de calidad de agua dentro del rango óptimo.

6.3 Recomendaciones

- Realizar investigaciones más profundas para evaluar la influencia de la temperatura del agua en la etapa de preengorde de *M. caementarius*, teniendo en cuenta las variables como incremento en peso, crecimiento de longitud y tasa de supervivencia.
- En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo, recomendamos que se realicen otros estudios complementarios como la influencia de la sanidad en el crecimiento de las postlarvas del *M. caementarius*.

- Analizar la influencia de la temperatura del agua en la fase reproductiva de *Macrobrachium caementarius*, así como determinar sus implicancias en el rendimiento productivo.

CAPÍTULO VII: REFERENCIAS

7.1. Fuentes bibliográficas

- Ahmed Pervaiz, Pervaiz; Sudan, Madhu; Manohar, Susan. (2015). Studies on the Effect of Photoperiodism and. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 325-328.
Obtenido de <https://www.fisheriesjournal.com/vol3issue1/Pdf/3-1-63.1.pdf>
- Arzola G, Juan; Piña V, Pablo; Nieves S, Mario; Medina J, María. (Febrero de 2013). Supervivencia de postlarvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* a diferentes salinidades y temperaturas. *MVZ Córdoba*, 3618-3625. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/269036891_Supervivencia_de_postlarvas_de_camaron_blanco_Litopenaeus_vannamei_a_diferentes_salinidades_y_temperaturas
- Baena. (2017). Metodología de la investigación. Tercera Edición. Grupo Editorial Patria.
http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf
- Bernal, César A. (2010). 7.4 Justificación y delimitación de la investigación. Metodología de la investigación (3ra ed., pp. 106-107). PEARSON EDUCACIÓN.
- Boyd, C. E. (2018). Temperatura del agua en acuicultura. *Global Aquaculture Advocate*, 5.
Obtenido de <https://www.globalseafood.org/advocate/temperatura-del-agua-en-acuicultura/>
- Díaz Herrera, F., Gutiérrez Morales, P., & Garrido Mora, A. (1993). Temperatura preferida y óptima para el crecimiento de postlarvas y juveniles de *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea: Palaemonidae). *Biología Tropical*, 3.
- Ferrer Chujutalli, K., Sernaqué Jacinto, J., & Reyes Avalos, W. (2024). Optimal temperature and thermal tolerance of postlarvae of the. *Heliyon*, 10.

- Gallardo Pineda, Y; Rodríguez Serna, M; Carmona Osalde, C; Blancas Arroyo, G. (2015). Efecto de la temperatura sobre el crecimiento, supervivencia y reproducción de juveniles de *Cambarellus patzcuarensis*. *AquaTIC*, 17-27. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/494/49444322002.pdf>
- Gavilánez, F. (2021). Diseños y análisis estadísticos para experimentos agrícolas. Ediciones Díaz de Santos.
- González, J. (2021). Técnicas de investigación cualitativa en los ámbitos sanitario y sociosanitario (Vol. 171). Ediciones de la Universidad de Castilla La Mancha.
- González Serrano, Génesis Milena. (12 de Julio de 2022). Analisis del crecimiento de larvas de camaron *Litopenaeus* en el laboratorio LARVALABSO, Mar Bravo – Ecuador. (2. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ed.) 40. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/8934cf58-bc80-49cb-9259-ea35fe2a108c/content>
- Hernández, R. (2018). Metodología de la investigación. México D.F.: McGraw-Hill Education. <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>
- Méndez, C., (2012), *Metodología. Diseño y desarrollo del proceso de investigación con énfasis en ciencias empresariales*, México D.F., México: Limusa S. A.
- Montagna, Marcela C. (30 de Septiembre de 2011). Effect of temperature on the survival and growth of freshwater prawns *Macrobrachium borellii* and *Palaemonetes argentinus* (Crustacea, Palaemonidae). *Iheringia*, 233-238. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/isz/a/znqtf6trTxzkLBGnLwZWWjB/?format=pdf&lang=en>
- Reyes Avalos, Walter; Campoverde Vigo, Luis; Ferrer Chujutalli, Karla; Sernaqué Jacinto, Jose. (2 de Abril de 2020). Preeferencia térmica de postlarvas de camarón de río

Cryphiops caementarius aclimatadas a diferentes temperaturas. *Ecosistemas*. Obtenido de <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/1802>

Rodríguez Aguilera, A., & García Araya, A. (2010). Efecto de la Temperatura sobre el Crecimiento y Sobrevivencia del Camarón de Río Del Sur (*Samastacus spinifrons*, Phillipi: 1992) en su etapa Joven. *Revista AquaTIC*, 16.

7.2. Fuentes hemerográficas

Ají, L.P. 2012. Metabolic rate of *Cherax quadricarinatus*. *Journal Penelitian Sains* 15:3134.

Bahamonde N, Vila I. 1971. Sinopsis sobre la biología del camarón de río del norte. *Biol Pesq* 5: 3-60.

Báez P. 1985. Fenómeno El Niño, elemento importante en la evolución del camarón de río (*Cryphiops caementarius*). *Inv Pesq* 32: 235-242.

CASTRO C (1966) El camarón del Norte *Cryphiops caementarius* (Molina). *Est. Oceanol.Chile*. 2:11-19. e

P Heath, M.R., Neat, F.C., Pinnegar, J.K., Reid, D.G., Sims, D.W., Wright, P.J. 2012. Review of climate change impacts on marine fish and shellfish around the UK and Ireland. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 22(3): 337-367, <https://doi.org/10.1002/aqc.2244>. (

JARA C (1994) Camarones dulceacuícolas en Chile Informe técnico-científico. Instituto de Zoología, Universidad Austral de Chile. 15 pp.

Morales M, Rivera M, Meruane J, Galleguillos C, Hosokawa H. 2006. Morphological characterization of larval stages and first juvenile of the freshwater prawn *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) (Decapoda: Palaemonidae) under Laboratory conditions.

Departamento de Acuicultura, Fac. Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile.

Moreno J, Méndez C, Meruane J, Morales M. 2012. Descripción histológica y caracterización de los estados de madurez gonadal de hembras de *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) (Decápoda: Palaemonidae). *Latin American Journal of Aquatic Research* 40(3): 668-678. 015).

RETAMAL (1981) Catálogo ilustrado de los crustáceos decápodos de Chile. *Gayana zoología*, Chile. 44:1-110.

Romero Camarena H, Zelada Mendoza C A, Alvarez Veliz J P. 2013. Producción larval del Camarón de río (*Cryphiops caementarius*) en condiciones de laboratorio, Huacho, Perú. *Revista Infinitum*. 3(1). Edit. Vicerec. Invest. UNJFSC. <http://web.unjfsc.edu.pe/index.php/Infinitum/article/view/99>

RUDOLPH E (2002) Sobre la biología del camarón de río *Samastacus spinifrons* (Philippi 1882) (Decapoda, Parastacidae). *Gayana (Concepc.)*, 66(2):147-159.

Tresierra, A. y Z. Culquichicón. 1993. *Biología Pesquera*. Libertad, Trujillo, Perú.

Uribe, E. 2015. El cambio climático y sus efectos en América Latina. CEPAL – Unión Europea. 84 pp. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295_en.pdf;jsessionid=08ECCE6F0833C1603794A8A53E4FA049?sequence=1

Yépez V, Bandin R. 1996. Estimación poblacional del camarón *Cryphiops caementarius* Molina 1782 (Natantia, Palaemonidae) en los ríos Ocoña, Majes – Camaná y Tambo. *Inf Prog Instituto del Mar del Perú* 43: 3-31.

Zacarías S, Yépez V. 2008. Monitoreo poblacional de camarón de río. Estimación de abundancia de adultos en ríos de la costa centro sur. Informe anual 2007. IMARPE, Dirección de Investigación en Aguas en Acuicultura, Gestión Costera y Aguas Continentales. Unidad de Investigación en Recursos de Aguas Continentales. [http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe_26\)_informe_2007_camaron_de_rio_web.pdf](http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe_26)_informe_2007_camaron_de_rio_web.pdf)

7.3. Fuentes electrónicas

Arias, F. (2012). ¿Quieres publicar un libro? Te decimos cómo hacerlo [Documento en línea].

Disponible en: fidias20@hotmail.com

Costlow, J.D., 1962 The effect of environmental factors on larval development of crab. Biol.Probl. Water Polution, Third Seminar: 78–86

Stevenson, J.R. 1985. Dynamics of the integument. *In*: D. Bliss (ed.). The Biology of Crustacea. Vol. 9. Academic Press, N.Y., pp. 242.

ANEXO 1: Matriz de Consistencia

[illegible]

ANEXOS

*Figura 13: Control biométrico de *Macrobrachium caementarius* en condiciones de laboratorio*



*Figura 14: Evaluación de la calidad del agua de *M. caementarius**



*Figura 15: Evaluación de la temperatura del agua de las unidades experimentales de *M. caementarius**



Figura 16: Limpieza de las unidades experimentales de Macrobrachium caementarius



Figura 17: Recolección y acondicionamiento de postlarvas del Macrobrachium caementarius

