



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Tesis

Evaluación de tres densidades poblacionales en el desarrollo larval de camarón *Macrobrachium rosenbergii* en un sistema de recirculación

Para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

Autor:

Alindor Fermin Salvador

<https://orcid.org/0009-0008-9286-5023>

Asesor:

Ing. Zoot. Roberto Edgardo Roque Alcarraz

<https://orcid.org/0000-0003-1296-100>

Tarapoto, Perú

2023



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Tesis

Evaluación de tres densidades poblacionales en el desarrollo larval de camarón *Macrobrachium rosenbergii* en un sistema de recirculación

Para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

Autor

Alindor Fermín Salvador

Sustentado y aprobado el día 6 de octubre de 2023, ante el honorable jurado

Presidente de Jurado
Blgo. M.Sc. Gilberto Ubaldo Ascón
Dionicio

Secretario de Jurado
Ing. Dr. Javier Ormeño Luna

Vocal de Jurado
Med. Vet. M.Sc. Victor Humberto
Puicón Niño Guzmán

Asesor
Ing. Zoot. Roberto Edgardo Roque
Alcarráz

Tarapoto, Perú

2023



"Año de la Unidad, la paz y el desarrollo"

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Para optar el Título de Ingeniero Agrónomo Modalidad Informe de Tesis

En la Universidad Nacional de San Martín, Auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias Ciudad Universitaria, a las 10:00 horas, del día 6 del mes OCTUBRE del año dos mil veintitrés, se reunió el Jurado de Tesis, integrado por:

- PRESIDENTE : Blgo. M. Sc. Gilberto Ubaldo Ascon Dionicio
SECRETARIO : Dr. Javier Ormeño Luna
VOCAL : M.V. M. Sc. Victor Humberto Puicon Niño de Guzmán
ASESOR : Ing. Zoot. Roberto Edgardo Roque Alcarraz

Para evaluar el Informe de tesis titulado: "Evaluación de tres densidades poblacionales en el desarrollo de larval de camarón Macrobrachium rosenbergii en un sistema de recirculación", Presentado por el Bachiller en Ciencias Agrarias: ALINDOR FERMIN SALVADOR.

Los Miembros de Jurado del Informe de tesis, después de haber observado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica, luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran APROBADO con el calificativo de MUY BUENO en fe de lo cual se firmó la presente acta, siendo las 11:30 horas del mismo día, dándose por terminado el acto de sustentación.

Blgo. M. Sc. Gilberto Ubaldo Ascon Dionicio PRESIDENTE

Dr. Javier Ormeño Luna SECRETARIO

M. V. M.Sc. Victor H. Puicon Niño de Guzmán VOCAL

Ing. Zoot. Roberto Edgardo Roque Alcarraz ASESOR

Alindor Fermin Salvador SUSTENTANTE

RECIBIDO POR: ALINDOR FERMIN SALVADOR DNI N.º 42239429 FECHA: 06-10-2023

Declaratoria de autenticidad

Alindor Fermin Salvador, con DNI N° 42239429, egresado de la Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: Evaluación de tres densidades poblacionales en el desarrollo larval de camarón *Macrobrachium rosenbergii* en un sistema de recirculación.

Declarajo bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencia de las fuentes bibliográficas consultadas
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 6 de octubre de 2023



Alindor Fermin Salvador

D.N.I. 42239429



Ficha de identificación

<p>Título del proyecto Evaluación de tres densidades poblacionales en el desarrollo de larval de camarón <i>Macrobrachium rosenbergii</i> en un sistema de recirculación</p>	<p>Área de investigación: Acuicultura Línea de investigación: Reproducción y desarrollo Sublínea de investigación: Tecnología y sistemas de producción Grupo de investigación (indicar resolución): Tipo de investigación: Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p>Autor: Alindor Fermin Salvador</p>	<p>Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Agronomía https://orcid.org/0009-0008-9286-5023</p>
<p>Asesor: Ing. Zoot. Roberto Edgardo Roque Alcarraz</p>	<p>Dependencia local de soporte: Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Medicina Veterinaria Unidad o Laboratorio Medicina Veterinaria https://orcid.org/0000-0003-1296-100</p>

Dedicatoria

En primer lugar, a mi padre celestial, porque gracias a Él se hace realidad todos mis metas, ya que mis proyectos giran alrededor de su voluntad.

A mis queridos padres: Gabriel Fermín Calle, Margarita Salvador Álvarez, por ser motivo de mi superación.

A mis hermanos: Rómulo Fermín Salvador, Amador Fermín Salvador; por su valioso apoyo que me brindaron para culminar mis estudios superiores y cumplir mi anhelo de ser un profesional.

Agradecimientos

Es necesario reconocer y agradecer públicamente la colaboración al director de la Oficina de Investigación y desarrollo de la UNSM, Empresas y personas que fueron actores fundamentales en su desarrollo:

A mi Asesor Ingeniero Roberto Roque Alcaraz, Docente de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín

A mi Co –Asesor Biólogo Pesquero Bianny Eudes Rodríguez Rodríguez, Docente de la Facultad Agroforestal de la Universidad Católica Sede Sapientiae de la ciudad de Rioja.

Al Biólogo Pesquero Gilberto Ascón Dionisio, Docente de la Facultad de Ciencias Agrarias por la enseñanza y su dirección profesional.

Al Ing. Roger Cabrera Carranza por su asesoramiento externo durante el desarrollo de la investigación.

Índice general

Ficha de identificación	6
Dedicatoria	7
Agradecimientos	8
Índice general	9
Índice de tablas	11
Índice de figuras	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN	15
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes de la investigación.....	18
2.2. Fundamentos teóricos	19
2.2.1. El camarón gigante de Malasia	19
2.2.2. El camarón gigante de Malasia en la región San Martín.....	20
2.2.3. Aspectos generales de la especie	20
2.2.4. Comportamiento.....	21
2.2.5. Ciclo de vida.....	21
2.2.6. Adultos	21
2.2.7. Reproducción	22
2.2.8. Incubación.....	23
2.2.9. Eclosión	23
2.2.10. Selección de reproductores.....	23
2.2.11. Reproducción y eclosión en condiciones de laboratorio	24
2.2.12. Ciclo del nitrógeno en un hatchery	24
2.2.13. Bacterias nitrificantes	25
2.2.14. Las bacterias desnitrificantes	25
2.2.15. Tipos de agua empleada en larvicultura	25

	10
2.2.16. Calidad de agua y su mantenimiento	26
2.2.17. Parámetros físico-químicos del agua	26
2.2.18. Alimentación durante el estadio larval	29
2.2.19. EL plancton	30
2.2.20. Zooplancton	31
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación.....	32
3.1.1. Contexto de la investigación.....	32
3.1.2. Periodo de ejecución.....	32
3.1.3. Autorizaciones y permisos.....	32
3.1.4. Control ambiental y protocolos de bioseguridad	33
3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales	33
3.2. Sistema de variables	33
3.2.1. Variables principales	33
3.3. Procedimientos de la investigación.....	35
3.3.1. Objetivo específico 1	43
3.3.2. Objetivo específico 2	44
3.3.3. Objetivo específico 3	44
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
4.1. Resultado específico 1	46
4.2. Resultado específico 2	49
4.3. Resultado específico 3	54
CONCLUSIONES	57
RECOMENDACIONES.....	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

Índice de tablas

Tabla 1. Análisis de parámetros físico - químico requeridos en el agua	26
Tabla 2. Análisis de Varianza.....	35
Tabla 3 Distribución de los tratamientos	36
Tabla 4. Ingredientes en la preparación del flan.....	41
Tabla 5. Análisis de la varianza de la longitud inicial de larvas	46
Tabla 6. Análisis de la varianza para Longitud de larva a los 7 días de eclosión (μm)	48
Tabla 7 Análisis de varianza para la sobrevivencia de larva (%). Datos convertidos arcsen $\sqrt{\%}$	50
Tabla 8. Análisis de la varianza para consumo de alimento (mg).....	52
Tabla 9. Parámetros de calidad del agua.....	55

Índice de figuras

Figura 1. Intervención de variables	37
Figura 2. Instalación del sistema de recirculación cerrada	38
Figura 3. Filtro mecánico y biológico.....	38
Figura 4. Reproductores seleccionados en instalaciones del laboratorio	39
Figura 5. Conteo volumétrico de huevos.....	39
Figura 6. Separación y conteo de larvas.....	39
Figura 7. Alimentación de larvas.....	39
Figura 8. Medición de larvas.....	47
Figura 9. Evaluación de sobrevivencia de larvas.	48
Figura 10. Prueba de comparación de promedios o criterio de prueba de Tukey para longitud inicial de larvas.....	47
Figura 11. Prueba de comparación de promedios o criterio de prueba de Tukey (Alfa=0.05) para longitud de larvas de 7 días.....	48
Figura 12. Prueba de comparación de promedios o criterio de prueba de Tukey (Alfa=0.05) para sobrevivencia de larvas	50
Figura 13. Prueba de comparación de promedios o criterio de prueba de Tukey (Alfa=0.05) para el consumo de alimento (mg).....	53

RESUMEN

En la presente investigación se evaluó la densidad poblacional en el desarrollo larval de camarón *Macrobrachium rosenbergii* en sistemas de recirculación cerrada. Debido a la escasez de semilla y la alta tasa de mortandad del camarón *Macrobrachium rosenbergii*, se evaluaron densidades de larvas en sistema de recirculación cerrada con el objetivo de optimizar la producción. La investigación se desarrolló durante siete (07) meses en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional de San Martín. Las tres densidades de siembra evaluadas fueron: 70, 90 y 110 larvas/litro, en las que se evaluó la supervivencia, crecimiento, consumo de alimento y parámetros del agua en un ciclo de vida de las larvas. El diseño empleado fue un DCA y se aplicó la prueba de Tukey. Se instalaron 8 tinajas de 50 litros para la reproducción en el sistema de recirculación cerrada. Dando consecución al apareamiento, eclosión de huevos y selección de larvas que fueron distribuidas según los tratamientos. Los resultados indican que las densidades de siembra repercutieron en el desarrollo (longitud) de las larvas, utilizando la densidad a 110 larvas/litro alcanzaron 7,62 mm al día 7. Además, se encontró que las densidades más altas resultaron en un mayor consumo de alimento, alcanzando 7,95 mg. En conclusión, los camarones sí presentan comportamientos positivos aumentando su desarrollo a diferentes densidades, y mostrando mayor sobrevivencia (64,75%), en las densidades elevadas.

Palabras clave: Camarones, densidades, larvas, Artemia, Malasia.

ABSTRACT

This research evaluated the population density on larval development of *Macrobrachium rosenbergii* shrimp in closed recirculation systems. Due to the scarcity of spawn and the high mortality rate of *Macrobrachium rosenbergii* shrimp, larval densities were evaluated in a closed recirculation system with the objective of optimizing production. The research was carried out at the Animal Nutrition Laboratory of the National University of San Martín for seven (07) months. The three seeding densities evaluated were: 70, 90 and 110 larvae/liter, in which survival, growth, food consumption and water parameters were evaluated in one life cycle of the larvae. The CRD design was used and the Tukey test was applied. Eight 50-liter tanks were installed for reproduction in the closed recirculation system. This resulted in mating, egg hatching and larval selection, which were distributed according to the treatments. The results indicate that the seeding densities had an impact on the development (length) of the larvae, with a density of 110 larvae/liter, larvae reached 7.62 mm at day 7. In addition, it was found that higher densities resulted in higher food consumption, reaching 7.95 mg. In conclusion, the shrimp did show positive behavior, increasing their development at different densities, and showing higher survival (64.75%) at higher densities.

Keywords: Shrimp, densities, larvae, Artemia, Malaysia.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

Una restricción en la acuicultura a gran escala de *Macrobrachium rosenbergii* es el suministro inadecuado de semilla a las cantidades requeridas y en todas las localidades. La mayoría de las semillas utilizadas en el cultivo de camarón de dicha especie provienen de criaderos (Murthy y otros, 2004).

Los conocimientos se basan en la experiencia de los productores, a pesar de la importancia de la implementación para la optimización de la producción, pocos artículos se han centrado en la densidad de poblaciones de larvas en agua dulce en la fase de incubación (Nhan, 2009). La densidad óptima de la población depende de la capacidad de transporte del sistema y de las características específicas o intrínsecas de las especies cultivadas tales como temperatura, densidad, tipo de alimento para cada estadio (Nhan y otros, 2009).

Existe una problemática con el tiempo de permanencia de los nauplios de Artemia en fase de cría, los cuales afectan las densidades de larvas de camarón que aún se desconoce con exactitud para nuestra zona, pero hasta la fecha en Vietnam, en su mayoría se aplican densidades que oscilan entre las 40 y 125 larvas/litro, pero típicamente de 40 a 60 larvas/litro en los sistemas de agua verde y 0 a 100 larvas/litro en sistemas abiertos y de recirculación, dado que algunos estudios han informado sobre cría de larvas de *Macrobrachium rosenbergii* en densidades superiores a las reportadas por (Puong y otros, 2006).

La utilización de incubadora suele ser un cuello de botella y carece de información basada en la investigación científica. La mayoría de los criaderos utilizan una densidad de cría de larvas que permanece estable durante todo el ciclo de cría. Una alternativa puede ser comenzar a mayores densidades, pero gradualmente debe reducirse e incrementarse el volumen de agua en el tanque por que los animales con el paso de los días aumentan de tamaño (Nhan y otros, 2010).

Uno de los principales factores que obstaculiza la calidad de la semilla criada que culmina en un bajo rendimiento, es debido a su mortalidad (Sung y otros, 2000; Phatarpekar y otros, 2002; Al-Harbi, 2003). La falta de un suministro estable de semillas es un obstáculo importante para la expansión y desarrollo de los sistemas de cultivo. Gastelú (2012), indica que uno de los principales problemas de la industria acuícola, incluyendo la producción de camarones, es la producción de calidad y sostenible de semillas.

Los experimentos de la tesis fueron diseñados para investigar la densidad y crecimiento de larvas, supervivencia, talla y alimentación en un ciclo de vida de larvas de camarón gigante de Malasia *M. rosenbergii*. El propósito de este estudio fue optimizar las densidades de producción de larvas en un sistema de recirculación cerrada. No solo para reducir los costos de producción, pero también para maximizar la productividad de la planta de producción de larvas de camarón.

El resultante conocimiento puede contribuir a la mejora de desarrollo de la cría de larvas, técnicas para la producción de los criaderos más eficiente de *Macrobrachium rosenbergii*.

La justificación teórica señala que los sistemas de recirculación y las densidades utilizan menos del 50% de agua que los sistemas tradicionales donde se utilizan tanques para poder obtener rendimientos similares, en los nuevos sistemas de recirculación de agua se utilizan tanques de producción acuícola y ocupan áreas menores (De Long y Losordo, 2012).

La justificación social es a través de la utilización de este tipo de tecnología permitirá a los productores aplicarlas a sus necesidades y mejorar las condiciones actuales de la producción acuícola y tener un manejo adecuado de los camarones y así permitir disminuir los impactos ambientales provocados por el desarrollo de dicha actividad lo cual contamina los cuerpos de agua de afluentes naturales.

La justificación económica se basa en que hoy en día el aumento de la población humana en el mundo sigue en aumento, y por ende la tendencia de la producción pesquera mundial total ha aumentado de 2009 a 2014 con una tasa de crecimiento promedio de alrededor del 2,77 % anual y en la próxima década (2025), la FAO predijo que el sector de la acuicultura compartiría el 52% de la producción pesquera total (FAO, 2016), en base a este comportamiento se ve un clara demanda creciente, y una limitada área y recursos naturales esenciales como el agua en escases serian un impedimento para continuar con el sistema tradicional de producción de hoy en día resultaría costoso suplir las demandas futuras (Jeanmonod y Suzuki, 2018). Por tal motivo se planteó el objetivo general:

Evaluar el desarrollo de larvas de camarón gigante de Malasia *Macrobrachium rosenbergii* en tres densidades poblacionales en un sistema de recirculación cerrada. Y como objetivos específicos se planteó:

Evaluar el efecto de tres densidades de siembra: 70 larvas/litro, 90 larvas/litro, 110 larvas/litro, en el desarrollo de larvas del camarón gigante de malasia *Macrobrachium rosenbergii* en un sistema de recirculación cerrada.

Determinar la tasa de sobrevivencia, crecimiento, consumo de alimento en la producción de larvas de camarón gigante de malasia *Macrobrachium rosenbergii*, bajo tres

densidades de siembra y en un sistema de recirculación cerrada, y finalmente evaluar los parámetros de calidad de agua (Oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica, dureza, temperatura, salinidad, nitratos y turbidez) y su influencia en el desarrollo productivo de larvas de camarón gigante de Malasia bajo tres densidades de siembra y en un sistema de recirculación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Investigación realizada por Valverde y Varela (2020), con el objetivo de determinar productividad y rentabilidad del engorde de langostinos bajo dos densidades de siembra en estanques, utilizando tecnología de fácil asimilación por los productores, en este estudio se utilizaron los juveniles grandes con peso promedio mínimo de 1 g y un máximo de 4,1 g con una variación de $1,7 \pm 0,8$ g, las estadísticas de sensibilidad económica según análisis afirmaron que la densidad de $2,5/m^2$ es de mayor rentabilidad, con una tasa interna de retorno (TIR) (48,6%), relativamente se necesita poco tiempo para recuperar la inversión (2,1 años), un VAN positivo y una relación beneficio costo de 2,0, concluyen que los estanques pueden ser abastecidos con agua subterránea donde existe escases de dicho recurso; las siembras de juveniles provenientes de pre crías tiene ventajas positivas como; mejor adaptabilidad, menos mortandad, una ventaja es sembrar juveniles porque tienen mayor resistencia.

Negrini y otros (2017), evaluaron los efectos de las densidades en el comportamiento productivo de camarón de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii* en sistema biofloc, las unidades experimentales estaban compuestas por tanques, los cuales estaban conectados a dos tanques matriz de 300 L eran utilizados como unidades de recirculación, en la investigación utilizaron camarones juveniles de peso inicial de 0,31 g con una variación de 0,06 g y longitud inicial de 33,34 mm con variación de 2,26 mm y las densidades que utilizaron en los estanques son 50, 100, 150, 200 y 250 por metro cuadrado, los resultados señalan que a una densidad de 50 unidades por metro cuadrado tienen una sobrevivencia del 73% y recomiendan dicha densidad para el cultivo de dicha especie.

Cupertino y otros (2017), realizaron la comparación dos tipos de sistemas de crianza del langostino *Macrobrachium rosenbergii*, un sistema utilizaba recirculación con biofiltros (RAS) y el segundo con flóculos microbianos (F), las larvas de langostino tenían un peso promedio inicial de 0,13 g con variación de 0,05 g fueron sembrados en 6 unidades experimentales con área de 0,20 metros cuadrados y volumen de 50 litros, los resultados mostraron efectos positivos con el sistema biofloc, la mejor tasa de conversión se produjo en el sistema RAS, llegan a la conclusión que se puede llevar a cabo la crianza de esta especie utilizando un sistema de biofloc. Sin embargo, es necesario un mayor conocimiento para lograr excelente estabilidad de los compuestos nitrogenados y mejorar

el rendimiento productivo de los langostinos, especialmente en lo que se refiere a incremento de biomasa.

Gastelú (2012), menciona que la región San Martín – Perú, fue una de las pioneras en la producción del camarón gigante de Malasia, iniciando sus actividades de producción en la década de los 80 con tres (03) hatcheries pequeñas y una mediana. Dichas hatcheries trabajaban con un sistema cerrado, manejo de retratamiento de agua y filtros biológicos. Además, utilizaban la combinación de agua de mar y la combinaban con agua dulce, monitoreando siempre la calidad del agua.

Barros y Valentí (2003), concluyeron que la alimentación sub óptima durante la cría de larvas puede resultar en una tasa de crecimiento reducida y canibalismo. La mortalidad de las larvas se debió muy probable a un posible canibalismo, que es característico de la especie de *Macrobrachium rosenbergii*.

Cavalli y otros (2000), demostraron que la tolerancia (LC50) de las larvas alimentadas con Artemia enriquecida era mayor que en las larvas con Artemia hambrienta.

Estudios realizados por Hung y Phuc (1999), mostraron una variación en la tasa de supervivencia de 24 a 53% a una densidad de población de 100 larvas/ litro usando un sistema de agua abierta. Desafortunadamente ninguno de estos estudios vinculo sus resultados con la eficiencia de la producción de incubación.

Estudios desarrollados por Leger y otros (1983), afirman que la alimentación varias veces al día aseguraba que los nauplios recién nacidos estuvieron siempre disponibles en el tanque de cría a densidades apropiadas; en contraste, tanto la cantidad como la calidad de nauplios de Artemia en los tratamientos alimentados solo dos veces al día variaban considerablemente.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. El camarón gigante de Malasia

La mayoría de las semillas utilizadas en el cultivo de *Macrobrachium rosenbergii* proviene de los criaderos (Murthy y otros, 2004).

Las incubadoras existentes no producen hasta su capacidad instalada debido a diversas restricciones, siendo uno de los principales factores que obstaculiza la calidad de la semilla criada, que culmina en un bajo rendimiento debido a la mortalidad (Sung y otros, 2000; Phatarpekar y otros, 2002; Al-Harbi, 2003).

La supervivencia de las larvas hasta alcanzar la etapa post-larva (15 días después de la metamorfosis) en el sistema de agua verde es de un 40% (30 - 75%) en comparación con

el 35 - 50% para los sistemas abiertos, o del 15,2 - 66,2% para las larvas en sistemas de recirculación (Phuong y otros, 2006).

Sin embargo, la falta de un suministro estable de semillas es un obstáculo importante para la expansión y desarrollo de los sistemas de cultivo de camarón, con el fin de satisfacer las necesidades de esta floreciente industria, se han realizado investigaciones básicas y aplicadas para desarrollar una tecnología apropiada de producción de semillas y verificar el uso de semillas artificiales en la producción camarón (Phuong y otros, 2006).

2.2.2. El camarón gigante de Malasia en la región San Martín

Gastelú (2012), señala que en la década de los 80, el camarón *Macrobrachium rosenbergii* fue introducido al Perú desarrollándose ampliamente en la región San Martín. Iniciando con 3 hatcheries pequeñas y una mediana trabajándolo de forma artesanal.

Salas (2022), menciona que en el año 2019 la cosecha de la región San Martín – Perú, cayó 13,86% respecto al año pasado. Pese a ello, la región San Martín concentró el 92,19% de la cosecha nacional de camarones gigantes, y la región La Libertad el 7,81% siendo las únicas regiones con cosechas de camarones en el mencionado año.

2.2.3. Aspectos generales de la especie

En las aguas trópicas y sub tropicales distribuidas en todo el mundo podemos mencionar que puede llegar a un aproximado de 100 especies de camarones de agua dulce Hedgpeth (1949) citado por Glude (1978).

De toda la cantidad de especies señaladas solo el camarón gigante de Malasia *Macrobrachium rosenbergii* es la única que se ha cultivado y se demostró rentabilidad; por presentar características de tolerancia a rangos amplios de temperaturas, salinidad, tasa de crecimiento rápida, periodo larval corto y bajo índice de canibalismo (Ling Costello, 1976).

A. Distribución geográfica

Los camarones de agua dulce como el gigante de Malasia *Macrobrachium rosenbergii* está en zonas tropicales y subtropicales, según indagaciones de New (1980) y Singholka (1984) son nativos del Asia sureste, autor New (1980) señala que dicha especie se puede encontrar cerca de las costas del Pacífico y Atlántico de América Central y del Sur.

Estos organismos se encuentran en todo el mundo, en la franja tropical y subtropical, delimitada por las isothermas de los 18 °C. se pueden hallar desde el nivel del mar hasta alturas de 800 a 1,500 metros sobre el nivel del mar; en estas áreas, la temperatura anual

oscila entre los 16 °C y los 32 °C, y la precipitación total varía entre 400 y 1350 mm anuales (Vega y otros, 2011; Rodríguez y otros, 2012).

B. Habitación

Son de agua dulce como ríos, lagos, lagunas con temperaturas dentro de los rangos de 15°C a 35°C, se les puede encontrar debajo de piedras o raíces de árboles sumergidos o en hoyos excavados en el lodo “protegidos” y tienen hábitos nocturnos (Vega y otros, 2014).

C. Hábitos alimenticios

Según la FAO (2002 - 2009), es omnívoro y come frecuentemente y con avidez, entre los alimentos usuales se encuentran invertebrados acuáticos como gusanos e insectos en sus etapas acuáticas, así como larvas de insectos, también se consumen pequeños moluscos y crustáceos, así como carne y despojos de peces y otros animales acuáticos, además, forman parte de la dieta, algas y vegetación acuática tierna, como hojas y tallos, cuando está lo suficientemente hambriento, puede incluso llegar a ser caníbal. Según Liñán (2008), son de régimen omnívoro su alimentación se basa en alimentos de origen animal y vegetal.

2.2.4. Comportamiento

Es territorial y tiene jerarquización en sus relaciones dentro de su población, tiene la peculiaridad de tener un crecimiento acelerado en comparación con sus similares silvestres, adoptada comportamientos sedentarios es decir no hacen esfuerzos por salir de los estanques (Navarrete, 2003).

2.2.5. Ciclo de vida

En las especies del género *Macrobrachium rosenbergii* su ciclo de vida es similar, el proceso de apareamiento se produce después de pocas horas que se produce la muda, el macho deposita el esperma cerca de las patas de la hembra la cual acerca su ovopositor para que se produzca la fecundación de los óvulos al entrar en contacto, las hembras de mayor tamaño tienen mayor cantidad de óvulos en comparación las pequeñas (Espinoza, 1987).

2.2.6. Adultos

Los hábitos alimenticios de los machos son omnívoros es decir dentro de su dieta podemos encontrar algas, moluscos, plantas, crustáceos y algunos insectos acuáticos los machos exhiben un crecimiento heterogéneo y son de mayor tamaño en comparación a las hembras, estos puntos son claves a considerar cuando se encuentre en fase de engorde

(FAO, 2009). La densidad recomendada por hectárea es de 50 000 camarones, y en asociación con la especie de tilapia es 1 000 a 40 000 camarones New y Singholka (1985).

2.2.7. Reproducción

Llegan a su madurez sexual a los cinco meses de edad y se reproducen naturalmente, y tienen un par de gónadas las cuales se ubican en el cefalotórax “ventral” Acuicultura y piscicultura (2015).

a). Las hembras (♀)

Estas llevan las ovas dentro de los pleópodos a lugares llamados estuario; los cuales son cuerpos de agua que se fusionan cuando estas fluyen de ríos y quebradas salen hacia el océano y se combinan con agua salada del mar, en estas aguas realizan la eclosión y proceso de estadio de larva y post larva, en este tipo de medios naturales una hembra puede reproducirse entre dos a tres veces por año (Rodríguez, 1993).

b) Los machos (♂)

Son de tamaños mayores que las hembras y se diferencian porque el segundo par de quelas son largas y gruesas, la cabeza es de tamaño mayor al de las hembras y el abdomen es compacto con la presencia de órganos de reproducción en la base (Holtschmit, 1990).

c) Huevos

Recién opositados son de color naranja brillante con forma ligeramente ovalada con diámetro de 0,6 a 0,7 mm, luego van tornándose a color gris aceituna a medida que el desarrollo embrionario va acumulando mayor tiempo, hasta que las larvas alcanzan su desarrollo dentro del huevo, las hembras de *Macrobrachium* tienen la capacidad de reproducirse múltiples veces al año, generando en cada ocasión miles de huevos que llevan adheridos debajo de su abdomen mientras se incuban (García y Hendrickx, 2009).

d) Larvas

Durante esta fase tienen comportamiento agresivo y su alimentación es a base de productos naturales, durante la etapa I se encuentra realizando nado en la columna de agua y se alimenta de fitoplasmas y zooplancton (D’Abramo, 2002). El periodo de duración de esta Fase depende del tipo y calidad de alimento que están consumiendo, temperatura, condiciones de luz, calidad de agua, el autor Tidwell se centra en la calidad del agua, y manifiesta que el éxito está en el manejo correcto de los factores fisicoquímicos como

concentración de oxígeno, pH, nitrito, nitratos, dureza y alcalinidad (Tidwell, 2012; D'Abramo y otros, 2002).

e) Post – Larvas

Tiene coloración naranja a rosado en la cabeza y son de aspecto traslucido, las larvas después de 30 días a densidades bajas por lo general alcanzan 2,5 cm de longitud y un peso de 0,25 g con estas características ya se encuentran listas para ser sembradas (Tidwell y otros, 2012). La post - larva de camarón consume mayoritariamente zooplancton (principalmente crustáceos diminutos), gusanos de tamaños diminutos y estadios larvarios de otros crustáceos, las post larvas y adultos son de hábitos omnívoros (Singholka, 1984; New, 2002).

2.2.8. Incubación

Las hembras incubadoras son capturadas en estanques y reservorios que sean destinadas a la producción de reproductores, las hembras llevan el cuidado de los huevos hasta que alcanzan el color marrón aceituna. Los huevos son incubados en promedio 19 días, y el nacimiento de las larvas puede efectuarse en agua dulce o salina con un 5% de salinidad (Gómez, 2008).

2.2.9. Eclosión

Las larvas de *Macrobrachium* emergen con un nivel de desarrollo específico, conocidas como zoeas, y son organismos planctónicos que se encuentran en aguas salinas. (Bauer, 2013). Al eclosionar la primer zoea, tiene cuerpo translucido y sin “espinas” con reservas vitelinas por lo que el caparazón es del mismo color, con ojos son sésiles, pero ya pueden observarse las somitas abdominales y los primordios no segmentados de antenas y anténulas (Vega y otros, 2014).

Grupos de aproximadamente 40 a 50 huevos pueden ser fácilmente retirados de la cámara de cría de un camarón reproductora para el estudio. Con frecuentes cambios de agua y limpieza de los huevos, pueden mantenerse vivos en un embrión durante varios días. Con una salida de 12 a 13 ppm en un sistema artificial (hatchery) (FAO, 2016).

2.2.10. Selección de reproductores

a) Los machos maduros (♂)

Las segundas piernas torácicas son extremadamente largas y bastante gruesas, la cabeza es grande, el abdomen compacto con muy poco espacio entre la pleura y los poros genitales están en las bases de las 5 extremidades posteriores (FAO, 2016).

Las hembras (♀)

Son en general más pequeñas que los machos, las segundas extremidades posteriores son más cortas y más delgadas y la cabeza es más pequeña, hay una sección de cría amplia debajo del abdomen, formada por la prolongación hacia abajo de la pleura abdominal, y los poros genitales están en las bases de las terceras extremidades posteriores para la incubación (Nagamine y Knigkt, 1980).

New y Singholka (1985), señala que la hembra *Macrobrachium rosenbergii* puede establecer entre 80 g de peso y 18 cm de longitud puede producir aproximadamente 60000 huevos, hasta 100 000 huevos. Las hembras maduras mantenidas en el laboratorio son capaces de poner huevos cada 4 a 5 meses.

2.2.11. Reproducción y eclosión en condiciones de laboratorio

a) Sistema de flujo abierto

En este sistema una cierta cantidad de agua de cría se reemplaza de forma gradual, algunas incubadoras de flujo directo utilizan el sistema de “agua verde” el color verde se debe al contenido de fertilización que se aplica para facilitar el crecimiento del fitoplancton *Chlorella* spp. que tiene la peculiaridad de optimizar la calidad del agua e incrementar la supervivencia de las larvas; existen otros contenidos con funciones similares denominados “aguas claras” (FAO, 2016).

b) Sistema de recirculación cerrada

Dentro de una variedad de sistemas que utilizan filtros físicos, biológicos y químicos, estos son utilizados para minimizar el uso de agua. Los criaderos internos producen agua salobre mezclando el agua dulce con el agua de mar transportada desde la costa, también utilizan salmuera o agua de mar artificial (FAO, 2016).

2.2.12. Ciclo del nitrógeno en un hatchery

Durante este proceso el amónico se convierte en un compuesto menos ofensivo, muchas especies de bacterias realizan este proceso de transformación, las especies de bacteria nitrificante *Nitrosomonas* y otras convierten el amónico en nitrito, las especies de *Nitrobacter* y otras transforman nitrito en nitratos, por lo que cuando se refieren al ciclado del tanque es el proceso de establecer una colonia de bacterias junto con el filtro para que realicen la transformación de amoníaco, nitritos y nitratos (Floriano, 2012).

a) Los nitritos

Estos compuestos son tóxicos para los peces, pero en menor proporción en comparación al amoníaco, esto son oxidados a nitratos (NO_3^-) por bacterias llamadas *Nitrospira* (anteriormente *Nitrobacter*) (Floriano, 2012).

b) Los nitratos

Cuando la concentración de nitratos es mayor a 20 ppm lo que quiere decir a un miligramo por litro, lo cual llega a ser perjudiciales para algunas especies de peces e invertebrados como caracoles y anémonas, los nitratos favorecen el crecimiento de algas simbióticas que suministran alimento a corales y anémonas (Floriano, 2012).

2.2.13. Bacterias nitrificantes

Es una gran suerte que las bacterias nitrificantes se adhieran realmente al material del filtro, para que exista la conversión de amoníaco y nitritos a nitratos es necesario que en los filtros estén presentes billones de bacterias nitrificantes (*Nitrosomonas* y *Nitrospira*), y para que se alcancen poblaciones adecuadas de bacterias debe pasar un periodo de 6 a 8 semanas (Floriano, 2012).

2.2.14. Las bacterias desnitrificantes

Esta tecnología emplea filtros mecánicos o biológicos para tratar el agua en acuicultura, debido a la baja recirculación, el amoníaco se acumula y se transforma en nitrato mediante reactores de nitrificación, aunque el nitrato es menos dañino para los peces, puede reducirse aún más a nitrógeno gaseoso con biofiltros de desnitrificación, sin embargo, esto puede generar problemas como desnitrificación incompleta, produciendo sustancias tóxicas como nitrito y óxido nítrico, o desperdiciar fuentes de carbono (Almeida y otros, 2020).

En entornos como rocas o lagos con poco oxígeno, las bacterias anaerobias se desarrollan y realizan un proceso en el que convierten los nitratos en oxígeno gaseoso y moléculas de H_2O , estas bacterias desnitrificantes requieren una baja cantidad de oxígeno para llevar a cabo esta función (Floriano, 2012).

2.2.15. Tipos de agua empleada en larvicultura

Se utilizan cuatro tipos de agua para criar larvas de camarón: agua de mar, agua dulce, agua salobre y agua de mar artificial, el agua salobre se obtiene al combinar agua de mar con agua dulce hasta alcanzar la salinidad deseada, el agua de mar artificial se puede

preparar en áreas alejadas del mar utilizando sales principales, pero su alto costo es un inconveniente en los cultivos a gran escala (Rodríguez, 1993).

2.2.16. Calidad de agua y su mantenimiento

El agua a utilizar para la reproducción debe ser de buena calidad y mantener condiciones requeridas tanto físicas como químicas (Coelho, 1981).

Tabla 1

Análisis de parámetros físico - químico requeridos en el agua

Parámetro	Rangos Óptimos
Temperatura	26 - 32 °C
Salinidad	13 ppt
Oxígeno disuelto	6 mg/l
pH	7.5 – 8.5
Amoníaco	0.5 ppm.
Nitritos	ppm.

Fuente: (Coelho, 1981).

2.2.17. Parámetros físico-químicos del agua

Los factores favorables para la reproducción y maduración de los peneidos, en sistemas abiertos con recambios de agua oceánica, el nitrógeno amoniacal está ausente o en concentraciones mínimas, y cuyos parámetros de mayor importancia son temperatura, salinidad y cantidad de oxígeno disuelto (Cohen y otros, 2005).

Para la reproducción y crianza de camarones en cautiverio es necesario que el agua sea de buena calidad, esto se puede obtener con el sistema de recirculación, como una alternativa para minimizar la introducción de organismos patógenos y reducir su diseminación (Otoshi y otros, 2003).

a. Dureza general (Gh)

Es una medida causada por iones metálicos divalentes que pueden ser calcio, magnesio, estroncio, fierro y aniones como sulfatos, bicarbonatos, nitratos y silicatos (Jairo, 2002); las aguas con mayores cantidades de bicarbonato de calcio y magnesio representan la principal forma de alcalinidad (Gomella, 1999). La concentración de sales disueltas afecta el sistema de regulación osmótica de los seres acuáticos, además la dureza general influye en los niveles de sangre.

b. Evaluación de dureza carbonatada (kH)

Este tipo de dureza es debido a los bicarbonatos y carbonatos de calcio y magnesio (Ponce, 2017), es una medición de la capacidad que posee el agua para neutralizar un ácido, esta capacidad es conocida como capacidad de defensa, también se encarga de estabilización del pH del agua, es una primordial fuente de energía para las bacterias nitrificantes que se encargan de eliminar el amoníaco y nitritos.

c. Evaluación de potencial de hidrogeno pH de agua dulce

El pH es una medida que indica la concentración de iones hidronio en el agua, y su valor está influenciado por la temperatura (APHA, 2005), las bacterias del biofiltro y la respiración de los camarones provocan que se incremente la cantidad de dióxido de carbono en el agua lo cual conduce a la acidificación del agua y las bacterias utilizan el carbono para desarrollarse y se debe tener cuidado con las reservas alcalinas.

d. Evaluación de potencial de hidrogeno pH de agua salada

El agua salada nunca debe estar por debajo de 8,1 y 8,3. se corrige cualquier posible deficiencia, el pH se controla ampliamente en la acuicultura del camarón y se manipula y ajusta mediante la adición de varios compuestos alcalinos como carbonato e hidróxido de sodio o calcio para mantener el agua del estanque dentro de un rango de pH ideal de 7,8 a 8,3 (Millard y otros, 2021).

e. Evaluación de hierro

La importancia del hierro radica en su participación en la actividad enzimática y en la formación de clorofila, el hierro es esencial para el funcionamiento de enzimas oxidoreductoras y desempeña un papel clave en la síntesis de clorofila, aunque su contribución exacta en este proceso no está completamente comprendida, se cree que el hierro está involucrado tanto en la formación de componentes estructurales de los cloroplastos como en la síntesis de la molécula de clorofila (Bidwell, 1979).

f. Evaluación de amoníaco

Es producido por la respiración de los peses y la degradación de los desperdicios en el acuario, como peses muertos hojas que se convierten en materia orgánica y generan amoníaco (IPAC, 2010).

g. Eliminación de amoníaco

Se utilizan diferentes tipos de biofiltros como los de lecho fluido o rotativo, sumergidos, de percolación, contienen una superficie grande para obtener una colonización amplia de bacterias nitrificantes (IPAC, 2010).

h. Presencia de calcio

El calcio interviene en funciones fisiológicas primordiales, el principal elemento para la formación del exoesqueleto, los bajos niveles de calcio en agua tiende a la disminución de resistencia a enfermedades y disminución del crecimiento (Whiteley, 2011).

i. Nitratos (NO_3)

Los altos niveles del mencionado elemento generan contaminación en los sistemas de crianza en acuarios u otros sistemas, una alta cantidad de NO_3 genera crecimientos excesivos de algas, en acuarios se generan producto del proceso de descomposición de compuestos de amonio y proteínas animales, los ejemplos incluyen orina, excrementos, alimentos y restos de peces muertos, caracoles y hojas de plantas (Reich, 2015).

j. Fosfatos PO_4

El análisis del equilibrio de nutrientes en estanques de cultivo de camarón en Ecuador, cultivados a distintas densidades, muestra que retienen o procesan aproximadamente entre el 0% y el 35% del nitrógeno, y entre el 51% y el 61% del fósforo (Saldias y otros, 2002; Gross y otros, 1998) quienes demuestran que la principal influencia que determina la concentración de fósforo en los estanques de cultivo es la absorción de este elemento por el sedimento. La capacidad de los estanques para retener fósforo y su baja renovación de agua permiten criar camarones en densidades altas sin causar una liberación excesiva de nutrientes, evitando así la eutrofización de los cuerpos de agua receptores (Saldias y otros, 2002).

k. Nitritos NO_2

Este proceso consta de dos etapas aeróbicas, en la primera etapa, se lleva a cabo la oxidación del amoníaco a nitritos (NH_3 - NO_2^-), y posteriormente, los nitritos se oxidan a nitratos (Caffrey y otros, 2007), las bacterias formadoras de nitritos llamadas nitrosomonas, realizan dicha transformación en condiciones aeróbicas, el estudio de la cantidad de nitritos puede ser un indicador de la inestabilidad del sistema (Chang, 2009).

I. Aporte de oxígeno

Se debe aportar aproximadamente 0,5 g/L suministrado para las bacterias nitrificantes y camarones, se suelen utilizar diferentes sistemas de oxigenar el agua utilizando tubo en U o soplantes y biconos invertidos. Cuando el valor de oxígeno disuelto está bajo los camarones se concentran en la superficie del agua lo que puede conducir al estado letárgico o hasta la muerte de los camarones. Al contrario, cuando el agua está saturada en oxígeno, el aire penetra el sistema de circulación sanguínea del camarón, lo que puede provocar la aparición de la enfermedad “burbuja de gas” que mata los camarones (Floreado, 2020).

II. Eliminación de CO₂

El contenido del dióxido de carbono es propio de la respiración de peces y bacterias y debe ser eliminado, es decir por cada kilogramo de alimento “pienso” se genera en el sistema de recirculación 700 g de dióxido de carbono y la forma de eliminarlo es utilizando aireación (Timons, 2009).

m. Temperatura

Durante la fase de larva la temperatura debe mantenerse entre 28° C – 29°C, para mantener la temperatura se debe instalar un calentador hasta los últimos días del ensayo (Timons, 2009). El descenso de temperatura es en la fase de producción larval 45 días y la temperatura óptima para la especie de *Macrobrachium rosenbergii* es de 28 - 32°C Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (1995), Instituto Nacional de Pesca (2012).

2.2.18. Alimentación durante el estadio larval

La contextura física del producto alimenticio debe ser de peso ligero y permanecer suspendido y que se sumerjan lentamente y estas atraen a las zoeas (Rodríguez, 1993). Cuando las partículas tienen mayor tamaño llevan a las larvas al fondo del estanque causando mortandad, en tanto se recomienda que las partículas de alimento estén en tamaños promedio a la región torácica de la larva que se va alimentar, el intervalo de alimentación se debe dosificar cuatro veces al día y la cantidad de acuerdo a la cantidad de la población (Coelho, 1981).

a) Comportamiento alimentario

La habilidad que tienen para detectar su alimento es la ventaja de maximizar su ganancia de energía y nutrientes consumidos (Montemayor, 2000). Los crustáceos decápodos, como los camarones, emplean tres vías distintas para detectar fuentes de alimento: la

visual, la mecánica y la quimiorreceptora. Estos mecanismos se encuentran en la mayoría de los apéndices de los camarones (Méndez y otros, 2016).

Ling y Costello (1976) señalaron que criaron larvas de *Macrobrachium* con una amplia variedad de alimentos como la utilización de nauplii de *Artemia* son utilizados durante los primeros 7 días, luego son suministrados alimentos especialmente para larvas de dicho instar.

2.2.19. EL plancton

El plancton es un microorganismo vegetal que se encuentra en ecosistemas de agua dulce y agua salada, dentro del grupo de Plancton tenemos diversos organismos microscópicos como las bacterias y algunas algas, también incluye en este grupo el zooplancton como los crustáceos o moluscos, el plancton también se encuentra en ríos o lagos, estos organismos son fácilmente arrastrados por la corriente (Induanalisis, 2019).

El plancton se divide en dos tipos:

a) El fitoplancton

Son organismos fotosintéticos por el cual obtienen energía del sol y nutrientes del agua para su desarrollo, el plancton vegetal necesita estar expuestos a la luz solar por eso se encuentran en la superficie del agua y está en la primera cadena alimenticia del ecosistema acuático (Induanalisis, 2019).

Chaetoceros gracilis

Las microalgas son de mucha utilidad para la acuicultura esto se debe a la calidad nutricional para alimentar a larvas o adultos de organismos acuáticos en la producción zooplancton (moluscos, medusas, pequeños crustáceos, etc) (Prieto y otros, 2005). Las diatomeas son organismos protistas(algas) que forman parte del fitoplancton, su tamaño aproximadamente varía entre 5 a 500 μm y su hábitat óptimo es húmedo (agua y suelo), puede sobrevivir en suelos (Morales y Velotit, 1993).

b) Importancia del plancton en larvicultura

En los sistemas acuáticos el plancton ocupa la mayor densidad de biomasa de la trama trófica para la alimentación de otros seres vivos, siendo el primero de la cadena alimenticia que proporciona alimento a seres vivos desde el tamaño microscópico hasta los grandes animales del mar(ballena), tienen como fuente de nutrición para su supervivencia (Induanalisis, 2019).

2.2.20. Zooplancton

Los zooplánctones pequeños se encuentran a una profundidad aproximada de 200 metros, y comprenden larvas y huevos, como los copépodos y cladóceros, así como otros organismos como rotíferos, cnidarios y quetognatos, entre diversas especies hay peces y moluscos que son planctónicos sólo en el ciclo embrionario (Coelho, 1981).

La ingestión del zooplancton es materia orgánica ya elaborada ya sean de otros zooplánctones más pequeños o de fitoplancton o bacterioplancton (Coelho, 1981), obtienen mucha energía al consumir un planctónico diminuto crustáceo de nombre *Artemia* de alto valor alimenticio (Rodríguez, 1993).

Las Zoeas son un tipo de crustáceo que necesitan ser alimentadas con larvas recién nacidas de *Artemia* (nauplio) con las siguientes concentraciones: 5 a 10 por ml de agua, durante los 10 días de desarrollo. luego la dosificación de *Artemia* debe bajar y la cantidad de la dieta preparado se incrementa gradualmente (Rodríguez, 1993).

Cultivo de *Artemia*

Los nauplios de *Artemia* son el alimento vivo predominante utilizado para la cría de larvas en los criaderos de camarones (Murthy y otros, 2008). Sainz y otros (1994), afirma que, el camarón de salmuera, "*La Artemia*", es un recurso que aporta grandes beneficios tecnológicos para una acuicultura moderna dado que es un insumo irremplazable para la alimentación ya que aporta diversos nutrientes para el desarrollo larval de crustáceos.

Las hembras maduras presentan dimensiones superiores a las de los machos (11 a 12 mm), su desarrollo las convierte en seres sumamente valiosos e indispensables en la cría de peces y crustáceos en cautiverio y tiene 4 estadios morfológicos (Yockteng, 2017).

- Nauplio 1: La larva recién nacida carece de segmentos corporales, tiene abundantes reservas vitelinas y su sistema digestivo está en desarrollo, por lo que no se alimenta externamente.
- Metanauplio: durante el periodo larval más prolongado, se desarrollan los toracópodos, lo cual los distingue de la etapa anterior, además de alcanzar un tamaño de 150 a 400 μ .
- Pre adulto: el dimorfismo sexual se manifiesta en este estadio, destacando principalmente en la forma de las antenas.
- Adulto: en este estadio, se evidencia un marcado dimorfismo sexual y los individuos alcanzan la madurez sexual, lo cual es claramente percibido a través de su comportamiento pre-copulativo.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito y condiciones de la investigación

3.1.1. Contexto de la investigación

El trabajo de investigación se ejecutó en el Laboratorio de Nutrición Animal distrito Morales perteneciente a la Universidad Nacional de San Marín, departamento de San Martín.

a). Ubicación Política:

Distrito	:	Morales
Provincia	:	San Martín
Departamento	:	San Martín

b). Ubicación geográfica:

Latitud sur	:	06° 27' 00''
Longitud oeste	:	76° 23' 00''
Altitud	:	290 m.s.n.m.m

c). Condiciones climáticas:

Ecosistema	:	bosque seco-tropical
Precipitación	:	870 mm. / Año.
Temperatura	:	Max = 32° C, Min = 22°C Promedio =26°C
Altitud	:	290 m.s.n.m.m.
Humedad relativa	:	70%

3.1.2. Periodo de ejecución

La investigación duró 7 meses desde el acondicionamiento hasta completar el proyecto al 100%.

3.1.3. Autorizaciones y permisos

Para el desarrollo de la tesis no se utilizó productos o reactivos que necesitaban autorizaciones o permisos.

3.1.4. Control ambiental y protocolos de bioseguridad

No fueron necesarios en el desarrollo de la investigación.

3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales

En el estudio de Evaluación de la densidad poblacional en el desarrollo larval de camarón *Macrobrachium rosenbergii* en sistemas de recirculación cerrada se llevó a cabo un proceso de ejecución para obtener resultados confiables, los cuales pueden ser verificados por cualquier persona interesada. Se hizo pública la exposición de las metodologías utilizadas, lo que permite que sean utilizadas como material de consulta. Las citas bibliográficas empleadas se redactaron siguiendo las normas establecidas APA modificados por la Universidad Nacional de San Martín.

3.2. Sistema de variables



Figura 1.
Intervención de variables.

3.2.1. Variables principales

Variable Independiente:

Densidad poblacional (producción) de larvas de *Macrobrachium rosenbergii*

Objetivo específico 1: Evaluar el desarrollo de larvas de camarón gigante de malasia *Macrobrachium rosenberguii* en tres densidades poblacionales en un sistema de recirculación cerrada.

Dimensiones

Producción de larvas de camarón gigante de malasia, sometidos a tres diferentes densidades de crianza (70 larvas/litro, 90 larvas/litro y 110 larvas/litro).

Variable dependiente

Respuesta productiva de larvas sometidas a tres densidades.

Objetivo específico 2: Determinar la tasa de sobrevivencia, crecimiento, consumo de alimento en la producción de larvas de camarón gigante de malasia *Macrobrachium rosenberguii*, bajo tres densidades de siembra y en un sistema de recirculación cerrada.

Indicadores a evaluar:

- ✓ Supervivencia
- ✓ Crecimiento
- ✓ Desarrollo y consumo de alimentos

Variable Intervinientes:

Parámetros físicos y químicos del agua

Objetivo específico 3: Evaluar los parámetros de calidad de agua (Oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica, dureza, temperatura, salinidad, nitratos y turbidez) y su influencia en el desarrollo productivo de larvas de camarón gigante de Malasia bajo tres densidades de siembra en un sistema de recirculación.

Indicadores a evaluar:

- ✓ Oxígeno disuelto
- ✓ pH
- ✓ Conductividad eléctrica
- ✓ Dureza
- ✓ Temperatura
- ✓ Salinidad
- ✓ Nitratos y turbidez

3.3. Procedimientos de la investigación

Tipo y nivel de la investigación:

Tipo de investigación

Dicha investigación es de naturaleza cuantitativa - aplicada, se buscó determinar la mejor respuesta de la densidad de larvas de camarones *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones de sistema de recirculación cerrada.

Nivel de investigación

Experimental, porque se determinó el desarrollo de individuos por metro cuadrado y por litro, se buscó la respuesta de los camarones a las distintas densidades utilizadas.

Población y muestra:

Población

Lo conformaron un total de 12 800 larvas de camarón de la especie *Macrobrachium rosenbergii*, densidad de larvas por litro en un sistema de recirculación cerrado (hatchery) 50, 70, 90 y 110 larvas /litro.

Muestra

La conformó toda la población de larvas que hacen un total de 12 800.

Diseño analítico muestral o experimental

Se utilizó el diseño experimental completamente aleatorizado (DCA). Se incluye el control (T0). Se utilizó estadística descriptiva e inferencial, la interpretación de los datos se aplicó la prueba de Tukey, el análisis de varianza, desviación estándar, coeficiente de variación obtenidas en el software InfoStat con un p-valor de 0,05 previo para el análisis de varianza se sometieron los datos a la evaluación del supuesto de normalidad utilizándose la décima de Shapiro Wilk (Diz, 2008) y para el supuesto de homogeneidad de varianza se utilizó la décima de Levene (Font, 2007), y así verificar el cumpliendo los dos supuestos.

Tabla 2

Análisis de Varianza

Fuente de variabilidad	Formula	Grado de Libertad
Tratamiento	$(t - 1)$	$4 - 1 = 3$
Error	$(t - 1) (r - 1)$	$3 \times 2 = 6$
Total	$r.t - 1$	11

Técnicas de procedimiento y análisis de datos

En el diseño experimental se buscó demostrar el efecto de las tres densidades en el sistema de recirculación cerrada, más un testigo (T0= 50 larvas/litro). En campo se estableció un diseño completamente al azar con 2 repeticiones, cada tratamiento es de 40 litros.

Tratamientos en estudio

Tabla 3

Distribución de los tratamientos

Tratamientos	Descripción	Repeticiones	
T ₀	50 larvas/litro	T0, R1	T0, R2
T ₁	70 larvas/litro	T1, R1	T1, R2
T ₂	90 larvas/litro	T2, R1	T2, R2
T ₃	110 larvas/litro	T3, R1	T3, R2

T= tratamientos

R= repeticiones

Conducción del experimento

A. Materiales

a. Material biológico

- ✓ Reproductores de Camarón, larvas de Camarón, quistes de Artemia y agua de mar.

b. Equipos de campo

- ✓ 9 tinas de 40 litros de agua, 2 tanques de 150 litros, dunlopillo, tubos de PVC ½ pulgada, tubos de PVC 2 pulgadas, codos de ½ pulgada, codos de 2 pulgadas, T de ½ pulgada, biobolas y balón de oxígeno.

c. Equipos de laboratorio

- ✓ Peachimetro, refractómetros, calentadores o termostatos, aireadores, balanza analítica, blowers, termómetro, mangueras, piedras difusoras, oxímetro, kit para análisis de agua.

B. Características del diseño del área experimental

- a. Área total de ensayo: 49 m²
- b. Número de tratamientos: 4

- c. Número de repeticiones: 2
- d. Número total de unidades experimentales por tratamiento: 2
- e. Número de unidades experimentales total: 8

C. Instalación del sistema de recirculación cerrada

Se acondicionaron 8 tinas de 50 litros de capacidad (Figura 2) y cada una estuvo abastecida con tubos de $\frac{1}{2}$ pulgada, del mismo modo todas las tinas tuvieron tubos de la misma medida para el sistema de desagüe de las mismas, las cuales estaban cubiertas con mallas de 100 micras, un extremo del tubo fue tapado con lamina plástica de 3 mm, la parte superior de cada tubo tenía un sistema para oxigenar el agua utilizando una bomba sumergible de $\frac{1}{2}$ hp, la cual recibía el agua en un tanque de 70 litros para el proceso de nitrificación y desnitrificación.



Figura 2.
Instalación del sistema de recirculación cerrada



Figura 3.
Filtro mecánico y biológico.

D. Selección de reproductores

Fueron seleccionados de estanques de tierra (Figura 3) con dimensiones de 20 metros de ancho por 50 metros de largo con profundidad de 1 metro, se les acondicionó en balde de 18 litros poniendo 8 litros de agua a temperatura de 26 °C, fueron trasladados una distancia de 6 kilómetros, ya en laboratorio estuvieron acondicionados en bandejas de 40 litros de capacidad llenadas con 15 litros de agua.



Figura 4.
Reproductores seleccionados en instalaciones del laboratorio

a. Apareamiento

En el tanque de reproductores se colocaron en proporción de 4:1, en el interior debe existir tubos que sirvan de refugio durante la época de muda (New, 1980 y Singbolka, 1984). Una hora después de la copula la hembra deposita los huevos que serán fertilizados y encubados durante 19 a 21 días, cuando los huevos se tornan de color grisáceo se llevó a la hembra al tanque de eclosión y se suspende la alimentación para evitar contaminación (New, 1980 y Singbolka, 1984).

b. Eclosión de huevos

Este proceso se llevó a cabo (Figura 5) entre 2 a 3 días, la hembra necesita un ambiente tranquilo.



Figura 5.
Conteo volumétrico de huevos

c. Separación u conteo de larvas

En un tanque (Figura 6) las larvas fueron contadas a través del método volumétrico, las densidades comerciales con de 50 a 100 larvas/litro (New y Singbolka, 1984).



Figura 6.
Separación y conteo de larvas

d. Alimentación

Durante el primer día de nacidas las larvas no se alimentan, después del día 2 y 3 se proporcionó yema de huevo tamizada, a partir del día 4 se ofreció Artemia por su alto grado de proteína (Sorgeloos y otros, 1986), el volumen de agua del tanque deberá ser reducido en 50% para facilitar la alimentación de las larvas (Figura 7).



Figura 7.
Alimentación de larvas

E. Cosecha

El ciclo de larva tarda aproximadamente 35 días (Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, 1995), los animales de crecimiento reducido o muy anchos no son deseables.

F. Proceso de descapsulación de *Artemia salina*

Según Sorgeloos (1980), señala que debe tener las siguientes condiciones:

a. Temperatura

Se mantuvo de 25 a 26 °C, si la temperatura disminuye de este rango la eclosión se detiene y si aumenta el metabolismo se detiene.

b. Salinidad

Se mantuvo con salinidad de 12 ppm a 13 ppm y fue suplementado con 2 g por litro de NaHCO₃.

c. pH

Debe estar por debajo de los 8,1 y 8,3.

d. Oxígeno

Para lograr una eclosión máxima de 100 g de quistes en un recipiente de 20 L se debe mantener una tasa de aireación de 7 L de aire/tanque, es decir por encima de 2 mg/L.s.

e. Densidad de quistes

No sobrepasar densidades de 5 gramos de quistes por litro, especialmente cuando se trabaja con grandes cantidades.

f. Iluminación

Se mantuvo la luz en una intensidad de 2000 W en la superficie del agua durante las primeras horas de hidratación.

g. Técnica de cosechado

Se realizó tras detener la aireación durante 5 a 10 minutos. Las cascaras vacías de *Artemia* flotan, pero los nauplios se encontraron en el interior del embudo.

G. Método de descapsulación de *Artemia*

Se introdujeron los quistes entre 1 a 2 horas en una solución de hipoclorito en agua dulce por ejemplo 4 ml de lejía (con un 5% de producto activo para uso doméstico) en 10 a 1 de agua dulce para 0,5 kg de quistes, mantener la circulación del aire y mover para que la solución llegue a todos los quistes, el tiempo de desinfección puede ser de 20 minutos

cuando se utiliza concentraciones de 200 ppm, posterior a este proceso se lavaron los quistes sobre un tamiz y luego fueron puestos a eclosionar.

H. Pasos para la alimentación aplicada en sistemas de recirculación

Las larvas de *Macrobrachium rosenbergii* se puede mantener en base a una dieta de nauplios de Artemia (Devresse y otros, 1990 y Lavens y otros, 2001), este suministro de alimento puede proporcionar todos los alimentos necesarios para el desarrollo, y contribuye con exógenos enzimas digestivas que ayudan en la digestión. Pero se debe tener en cuenta que las altas temperaturas del agua en los tanques de cría pueden provocar que los nauplios de Artemia recién nacidos se conviertan al estadio 2 dentro de 6 – 8 horas, (Sorgeloos y otros, 2001) señalaron que los nauplios en el primer estadio son muy recomendables.

a. Dieta artificial o flan

Se realizó la preparación en intervalos de 2 días, está compuesta por cabezas de camarón molido, huevo, leche en polvo, aceite de hígado de bacalao, sales minerales, antibiótico y H₂O (Tabla 4), todo el contenido se puso en un recipiente y se llevó a baño María hasta que alcanzo el punto de ebullición. Para comprobar que está en su punto óptimo se realizó un corte por la mitad y no debe existir la presencia de agua en el flan, luego se deja enfriar a temperatura ambiente, posteriormente se tamizo en una malla de 120 micras y posteriormente se da como alimento a las larvas.

Tabla 4

Ingredientes en la preparación del flan

Ingredientes	% de proteína
Cabeza de camarón	34,72
Leche en polvo	17,36
Huevo	10,42
Aceite de hígado de bacalao	10,42
Sales minerales (pecutrin)	0,87
Antibiótico (tetraciclina 500 mg)	0,17
Agua	26,4
Total	100 %

Fuente: Elaboración propia

b. Manejo

Se prepararon 40 litros de agua salobre por cada tratamiento con salinidad de 12 ppm (agua de mar), empleando la mezcla de agua dulce y agua de mar en sistema de recirculación cerrada, la alimentación de las larvas fue diaria entre los horarios de 7 am, 12 pm y 4 pm. Antes de proporcionarles alimento se realizó una remoción de sedimentos que contenían los tubos; utilizando sifonero y se cambió un 50% del volumen de las *Artemias* y de *Artemia* otorgada. Se realizaban análisis microscópicos para visualizar la talla y presencia de alimento dentro del sistema digestivo de las larvas y también se observó lo sobrante de *Artemia* y flan en el interior de los recipientes.

c. Limpieza de las unidades experimentales

Se realizó diariamente 6 horas antes de la alimentación, se realizó el sifonero del piso del interior de las unidades, la parte externa de las bandejas se limpió con una franela humedecida, y se realizó el recambio de agua del 50% del tanque de almacenamiento según lo sugerido por (New, 1980 y Singholka, 1984).

I. Calidad del agua para los camarones

Fueron monitoreados con los siguientes análisis.

a. Temperatura

Durante la fase larval la temperatura del agua se mantuvo entre 28°C - 29°C según lo recomendado por el (INAPESCA, 1995).

b. Oxígeno disuelto

En el sistema de recirculación continua los niveles de oxígeno disuelto permanecieron en un rango de 5 mg/L para ambos tratamientos.

c. Salinidad

Se mantuvo entre 12,000 - 13,000 ppm.

d. Amoníaco total

Según (New, 1980 y Singholka, 1984) recomiendan una concentración < 0,5 ppm de amoníaco total.

e. Potencial de hidrógeno (pH)

Se mantuvo entre 7,00 – 7,2 dichos rangos están dentro de lo recomendado para la cría de larvas por (New, 1980 y Singholka, 1984).

f. Dureza total

En el ensayo el H₂O salubre tenía una dureza de 160 a 180 mg/L. dicha agua contiene calcio y magnesio necesarios para el desarrollo del metabolismo de crustáceos (INAPESCA, 1995).

J. Cosecha

Después de la eclosión de post larvas se realizó a los 45 días la cosecha, en la investigación el ciclo se alargó debido al descenso de la temperatura del agua en los días 28 y 35 del ciclo larvario. New, (1980) y Singholka (1984) reporta duración del ciclo para dicha especie es de 25 – 28 día, mientras que el INPA (1995) afirma que tiene una duración de 30 – 33 días.

K. Aclimatización de larvas de agua salobre al agua dulce

Se colocó un recipiente de 4 litros que contenía agua salubre del tanque de cría luego se introdujeron las larvas, posteriormente en lapsos de tiempo de 25 min se agregó 200 ml de dulce por un periodo de 12 horas consecutivas para cada tratamiento.

3.3.1. Objetivo específico 1

Evaluar el efecto de tres densidades de siembra: 70 larvas/litro, 90 larvas/litro y 110 larvas/litro, en el desarrollo de larvas de camarón gigante de malasia *Macrobrachium rosenbergui* en un sistema de recirculación cerrada.

Actividades para lograr dicho objetivo

a. Longitud (µm)

Se medirá con estéreo microscopio a 20 larvas de 7 días después de la eclosión.

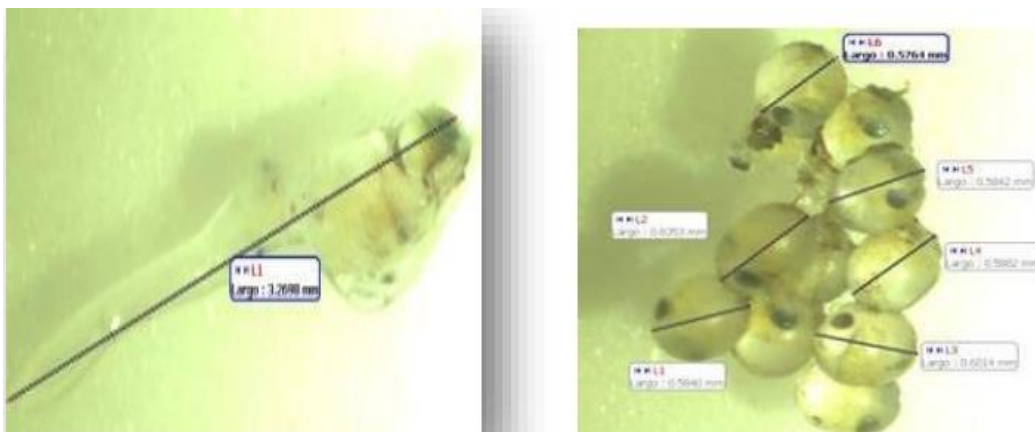


Figura 8.
Medición de larvas

3.3.2. Objetivo específico 2

Determinar la tasa de sobrevivencia, consumo de alimento en la producción de larvas de camarón gigante de malasia *Macrobrachium rosenbergui*, bajo tres densidades de siembra y en un sistema de recirculación cerrada.

Actividades del objetivo específico 2

a. Sobrevivencia de larvas

Se evaluó al inicio y al final del experimento realizando su conteo respectivo.



Figura 9.
Evaluación de sobrevivencia de larvas

b. Consumo de alimentos (mg)

Se alimentará con Artemia salina más flan elaborado con alimento casero según su requerimiento.

3.3.3. Objetivo específico 3

Evaluar los parámetros de calidad de agua (Oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica, dureza, temperatura, salinidad, nitratos y turbidez) y su influencia en el desarrollo productivo de larvas de camarón gigante de Malasia bajo tres densidades de siembra y en un sistema de recirculación.

Actividades del objetivo específico 3:

a. Evaluación de dureza general (Gh)

Se evaluó cada 7 días, utilizando el equipo de test especial para dichas mediciones.

b. Evaluación de dureza carbonatada (kH)

La evaluación se realizó la primera semana antes de introducir los individuos. utilizando el equipo de test especial para dichas mediciones.

c. Evaluación del potencial de hidrogeno pH de agua dulce

Se realizó la evaluación cada 7 días.

d. Evaluación de potencial de hidrogeno pH de agua salada

Se realizó la evaluación cada 7 días.

e. Evaluación de hierro

Se realizó la evaluación cada 7 días, desde el inicio de siembra de larvas.

f. Evaluación de amoniaco

La evaluación se realizó cada 5 días de durante el estudio.

g. Eliminación de amoniaco

Se realizó a través de un biofiltro.

h. Evaluación de Calcio

Se realizó a 24 horas antes de la siembra y cada 7 días durante el experimento.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultado específico 1

Evaluar el efecto de tres densidades de siembra: 70 larvas/litro, 90 larvas/litro y 110 larvas/litro, en el desarrollo de larvas de camarón gigante de Malasia *Macrobrachium rosenberguii* en sistema de recirculación cerrada.

A. Longitud inicial (μm) de larva

La (Tabla 5) se realizó el análisis de varianza para la determinación de la longitud de las larvas de camarón.

Tabla 5.

Análisis de la varianza de la longitud inicial de larvas

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor	Sig.
Tratamiento	0,064	3	0,021	1,133	0,436	n.s.
Error	0,075	4	0,019			
Total	0,139	7				

Normalidad: $p = 0,436 > 0,05$ (Tukey) $R^2 = 54,2\%$
n.s.: No significativa ($p\text{-valor} > 0,05$) C.V. = 7,93%

Durante el momento inicial de la siembra se realizó la medición de larvas con la ayuda del estereoscopio y así comprobar que tengan una misma uniformidad en tamaño, las cuales eran procedentes de los estanques de cautiverio.

Al ejecutar la prueba de normalidad de Shapiro - Wilks, se pudo determinar que los residuos de la variable longitud inicial de larvas tiene una tendencia normal ($p = 0,436$; $p > 0,05$), lo cual determinó que el modelo utilizado se adapta al diseño de la investigación y corresponde realizar el Análisis de Varianza del indicador en estudio (Tabla 5), encontrando que la fuente de variabilidad densidades de larvas fueron no significativos con un nivel de confianza del 95 % ($p\text{-valor} > 0,05$), no existiendo inferencia estadística significativa, mostrando un coeficiente de determinación (R^2) que indica y explica en 54,2% los efectos de los tratamientos estudiados sobre la longitud inicial de las larvas. El coeficiente de variabilidad (C.V.) con 7,93% indica una desviación pequeña en los datos obtenidos y procesados, siendo este un valor aceptable para este tipo de modelo experimental, estableciendo la confiabilidad del experimento

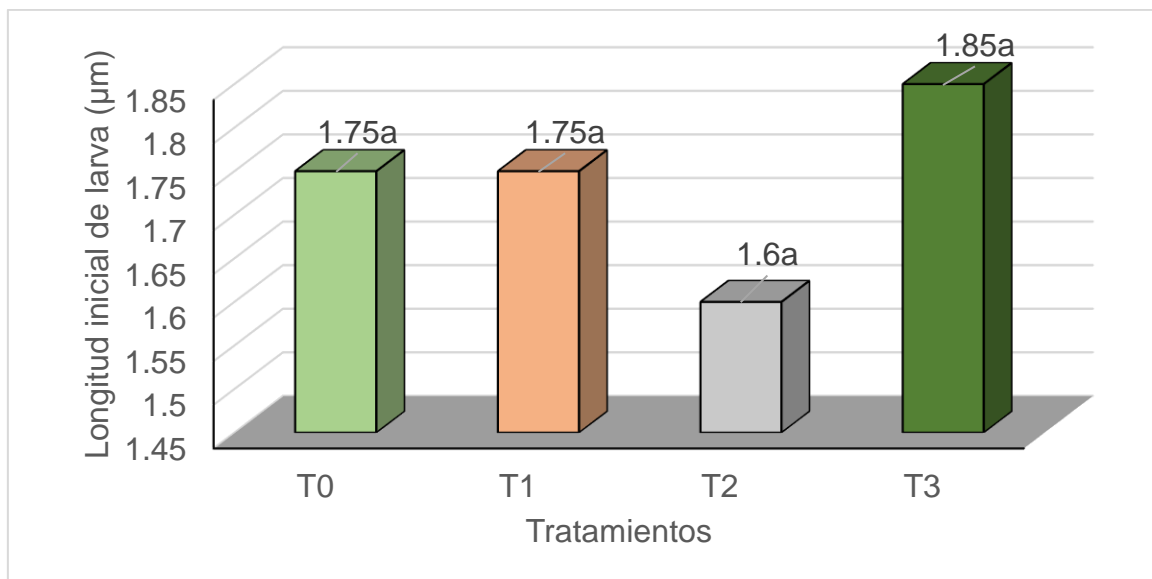


Figura 10.

Prueba de comparación de promedios o criterio de prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para longitud inicial de larva.

Al realizar la prueba de comparación de medias de Tukey para la longitud inicial de larvas a un nivel de significancia de 95% ($\alpha=5\%$), podemos apreciarlo en la (Tabla 5) y (Figura 10) que la mayor longitud se obtuvo en el T3 con 1,85 μm el cual es estadísticamente igual a los demás tratamientos incluyendo el testigo, dichos valores por lo tanto son considerados como similares.

El crecimiento de las larvas de camarón es uniforme durante sus primeras etapas, luego se vuelve irregular, en todo su ciclo de desarrollo son 11 estadios, y posteriormente realizan metamorfosis alcanzando la fase post-larva donde ya se puede observar todas las características de un camarón adulto (Rodríguez, 1993). La muda, o ecdisis, es muy importante en los aspectos fisiológicos de la vida de los crustáceos (Silva y otros, 2019).

El proceso fisiológico de muda impacta directa o indirectamente en la vida de estos langostinos, principalmente en la alimentación, reproducción, metabolismo, comportamiento y agudeza sensitiva (Barbieri y otros, 2017). Factores como oxígeno disuelto en estanques ubicados en zonas elevadas es bajo; porque la intensidad de luz es menor y las temperaturas tienden a disminuir en épocas de lluvias lo cual provoca variaciones en las longitudes y desarrollo de las larvas (Khasani y otros, 2022).

B. Longitud de larva a los 7 días de eclosión (μm)

Evaluación de la longitud de larvas en las bandejas después de los 7 días de eclosión

Tabla 6.

Análisis de la varianza para Longitud de larva a los 7 días de eclosión (μm)

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor	Sig.
Tratamiento	0,185	3	0,062	10,049	0,025	*
Error	0,024	4	0,006			
Total	0,029	7				

Normalidad: $p = 0,025 < 0,05$ (Tukey) $R^2 = 79,50\%$
 *: Significativa ($p\text{-valor} < 0.05$) C.V. = 1,03%

Al ejecutar la prueba de normalidad de Shapiro - Wilks, se pudo determinar que los residuos de la variable longitud de larvas a los 7 días de eclosión tiene tendencia normal ($p > 0,05$), lo cual determinó que el modelo utilizado se adapta al diseño de la investigación y corresponde realizar el Análisis de Varianza del indicador en estudio (Tabla 6), determinando que la fuente de variabilidad densidades de larvas, tienen resultados significativos con un nivel de confianza del 95 % ($p\text{-valor} < 0,05$), existiendo inferencia estadística significativa, mostrando un coeficiente de determinación (R^2) que indica y explica en 79,50% los efectos de los tratamientos estudiados sobre la longitud de larvas de larvas a los 7 días después de la eclosión. El coeficiente de variabilidad (C.V.) con 1,93% indica una desviación pequeña en los datos obtenidos y procesados, siendo este un valor aceptable para este tipo de modelo experimental, estableciendo la confiabilidad del experimento.

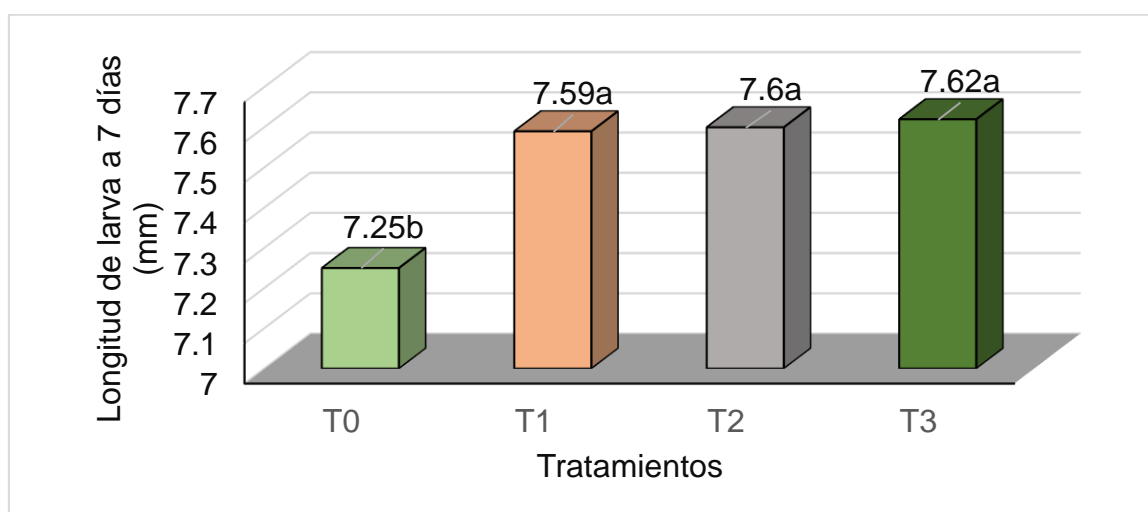


Figura 11.

Prueba de comparación de promedios o criterio de prueba de Tukey (Alfa=0.05) para longitud de larvas de 7 días.

Al realizar la prueba de comparación de medias de Tukey para la longitud de larvas de 7 días a un nivel de significancia de 95% ($\alpha=5\%$), podemos apreciar en la (Tabla 6) y (Figura 11) que la mayor longitud obtuvo el T3 con 7,62 mm el cual es estadísticamente igual a los demás tratamientos T2 y T1 con 7,6 e 7,59 mm, en comparación con el testigo que alcanzó longitudes inferiores a los tratamientos con mayores densidades.

En la investigación se logró el aumento en promedio en la longitud de larvas del tratamiento T3 con 0,82 mm/día, Adhikari y otros (2007), con larvas de 25 días evaluadas durante 42 días experimentó un crecimiento máximo de 11,6 mg/día con una concentración de 132 mg/L CaCO₃, con niveles superiores de 228 mg/L CaCO₃ el crecimiento disminuyó significativamente.

La temperatura del agua tiene una influencia muy fuerte en el crecimiento de los animales acuáticos, especialmente en los camarones gigantes de agua dulce. El crecimiento de los langostinos gigantes siempre va acompañado de un proceso de muda, que está fuertemente influenciado por la temperatura ambiental (Shailender y otros, 2012). A temperatura óptima, el proceso de ecdisis (la única fase del proceso de muda) toma menos tiempo, y el langostino puede volver a la actividad de alimentación.

Tidwell (2012), afirmó que el mayor efecto de la temperatura para los animales de acuicultura es su relación con la tasa de crecimiento.

En cualquier sistema de acuicultura, la temperatura es correlacionado con el rendimiento del crecimiento, ya que todas las especies animales cultivadas son poiquilotérmicas es decir los camarones carecen de mecanismos internos reguladores de la temperatura del cuerpo, por lo que esta varía más o menos con la temperatura ambiental (Khasani y otros, 2022).

En etapas iniciales es recomendable comenzar con densidades altas como las utilizadas y así las larvas pueden aprovechar de manera eficiente el alimento, la mayoría de los criaderos, utilizan una densidad de cría de larvas de camarón gigante que permanecen estables durante todo el ciclo de cría larval, una alternativa recomendada es iniciar con densidades altas e ir disminuyéndolas gradualmente para que cada individuo tenga mayor volumen de agua a su disposición (Barros y otros, 2003).

4.2. Resultado específico 2

Determinar la tasa de sobrevivencia, consumo de alimento en la producción de larvas de camarón gigante de malasia *Macrobrachium rosenberguii*, bajo tres densidades de siembra y en un sistema de recirculación cerrada.

A. Supervivencia de larva (%)

En la (Tabla 7) se detalla en análisis de varianza para porcentaje de supervivencia de larvas. (%). datos convertidos arcsen $\sqrt{\%}$.

Tabla 7

Análisis de varianza para la supervivencia de larva (%)

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor	Sig.
Tratamiento	7,929	3	2,643	11,340	0,02	*
Error	0,932	4	0,233			
Total	8,862	7				

Normalidad: $p = 0,02 < 0,05$ $R^2 = 81,60\%$
 *.: significativa (p-valor < 0,05) C.V. = 8%

Al ejecutar la prueba de normalidad de Shapiro - Wilks, se pudo determinar que los residuos de la variable supervivencia de larvas (%) tiene una tendencia normal ($p > 0,05$), lo cual determinó que el modelo utilizado se adapta al diseño de la investigación y corresponde realizar el Análisis de Varianza del indicador en estudio (Tabla 7), encontrando que la fuente de variabilidad densidades de larvas, reportaron resultados significativos con un nivel de confianza del 95 % (p-valor < 0,05), existiendo inferencia estadística significativa, mostrando un coeficiente de determinación (R^2) que indica y explica en 81,60% los efectos de los tratamientos estudiados sobre la supervivencia de larvas (%) después de la eclosión. El coeficiente de variabilidad (C.V.) con 8% indica una desviación pequeña en los datos obtenidos y procesados, siendo este un valor aceptable para este tipo de modelo experimental, estableciendo la confiabilidad del experimento.

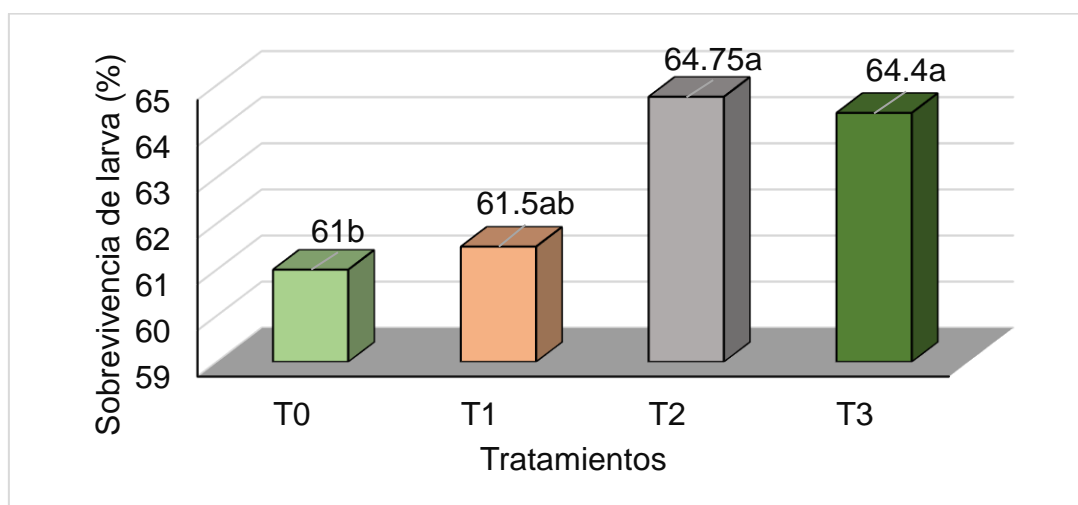


Figura 12.

Prueba de comparación de promedios o criterio de prueba de Tukey para (%) supervivencia de larvas.

Al realizar la prueba de comparación de medias de Tukey para sobrevivencia de larva (%) a un nivel de significancia de 95% ($\alpha=5\%$), podemos apreciar en la Tabla 7 y Figura 12 que la mayor sobrevivencia se obtuvo en el T2 y T3 con 64,75% - 64,4% los cuales son estadísticamente iguales, pero el T1 con 61,5% sí mostró comportamiento similar al testigo T0 que alcanzó sobrevivencias de larvas bajas con porcentaje de 61%. En comparación con estudios realizados por (Negrini y otros, 2017) quien utilizó juveniles de longitud inicial de 33,34 mm a una densidad de 50 unidades por metro cuadrado alcanzó sobrevivencia de 73%.

Generalmente los porcentajes de sobrevivencia para sistemas de agua verde es de un 40%, para sistemas abiertos es de 35 - 50% y en sistemas de recirculación se puede alcanzar valores de 66,22% hasta alcanzar la etapa post-larva (Phuong y otros, 2006), en la investigación se logró porcentajes cercanos a los reportados por el mencionado autor.

Durante la investigación las larvas a partir al cuarto día fueron alimentadas con Nauplios de Artemia lo cual ayuda a tener un mayor desarrollo, Leger y otros, (1983) señalan que la alimentación varias veces al día asegura con nauplios de Artemia deberán estar disponibles a densidades apropiadas para que las larvas de camarón puedan alimentarse.

La supervivencia de larvas se obtuvo en las densidades con mayor número de larvas, estudios recomiendan realizar la siembra de juveniles por que poseen la ventaja de tener mayor resistencia (Valverde y Varela, 2020), y estas al ser alimentadas con Artemia enriquecida se incrementa la tolerancia a una LC50 (Cavalli y otros, 2000).

Hung y Phuc (1999) mostraron una variación en la tasa de supervivencia de 24 a 53% a una densidad de población de 100 larvas litro usando un sistema de agua abierta, en contraste con la investigación realizada y a mayor densidad se logró mayor porcentaje de sobrevivencia.

Thang, (1995) encontró que la sobrevivencia de larvas hasta la etapa post-larva podría alcanzar 35 - 50% para sistemas abiertos, señaló que la supervivencia de larvas hasta la etapa post-larva podría ser de 15% - 66% para sistemas de recirculación, pero en la investigación realizada se logró llegar a valores máximos de 64,4%.

La supervivencia de las larvas se relaciona con el canibalismo de las larvas de *Macrobrachium rosenbergii*, que depende del régimen de alimentación y/o de la ración de alimento (Coyle y otros, 2004). Otro factor principal es la temperatura del estanque el cual también determina la supervivencia de las gambas y el rendimiento final obtenido (Frei y otros, 2007).

Adhikari y otros, (2007) en juveniles de 25 días de edad y con peso promedio por larva de 0,045 +- 0,007 g, en diferentes niveles de dureza de calcio por un periodo de 42 días, observando que la mayor supervivencia lo alcanzó con un nivel de dureza de 92 mg/L CaCO₃ pero en un nivel superior de dureza de 384 mg/L solo lograron sobrevivir 60%.

La disminución drástica de la temperatura en los estanques tiene impactos negativos en la supervivencia, provocando la disminución de la actividad alimentaria en los camarones lo que provoca la mortandad de los camarones en su fase de muda (Khasani y otros, 2022).

B. Consumo de alimento (mg)

Tabla 8

Análisis de la varianza para consumo de alimento (mg)

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor	Sig.
Tratamiento	4,045	3	1,348	49,030	0,0014	**
Error	0,110	4	0,028			
Total	4,155	7				

Normalidad: $p = 0,0014 < 0,05$ (Tukey) $R^2 = 95,40\%$
 a.s.: Altamente significativa ($p\text{-valor} < 0.01$) C.V. = 4,06%

Al ejecutar la prueba de normalidad de Shapiro - Wilks, se pudo determinar que los residuos de la variable consumo de alimento (mg) tiene una tendencia normal ($p > 0,05$) lo cual determinó que el modelo utilizado se adapta al diseño de la investigación y corresponde realizar el Análisis de Varianza del indicador en estudio (Tabla 8), encontrando que la fuente de variabilidad densidades de larvas, muestran resultados altamente significativos con un nivel de confianza del 95 % ($p\text{-valor} = 0,0014 < 0,05$), existiendo inferencia estadística significativa, mostrando un coeficiente de determinación (R^2) que indica y explica en 95,40% los efectos de los tratamientos estudiados sobre el consumo de alimento (mg) después de la eclosión. El coeficiente de variabilidad (C.V.) con 4,06% indica una desviación pequeña en los datos obtenidos y procesados, siendo este un valor aceptable para este tipo de modelo experimental, estableciendo la confiabilidad del experimento.

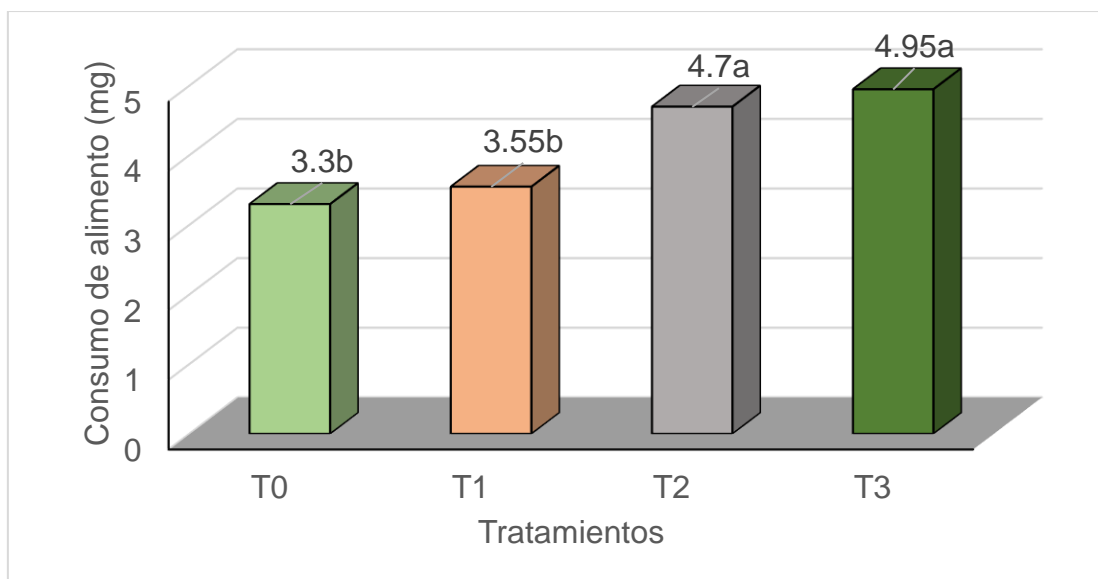


Figura 13.

Prueba de comparación de promedios o criterio de prueba de Tukey (Alfa=0,05) para el consumo de alimento (mg).

Al realizar la prueba de comparación de medias de Tukey para consumo de alimento (mg) a un nivel de significancia de 95% ($\alpha = 5\%$), podemos apreciar en la (Tabla 8) y (Figura 11); que existió mayor consumo de alimento en el tratamiento T3 con 4,95 mg el cual es estadísticamente igual al tratamiento T2 con 4,7 mg, pero el tratamiento T1 con 3,45 mg es estadísticamente igual al tratamiento testigo con 3,3 mg, evaluaciones realizadas por Cupertino y otros, (2017) en dos sistemas de crianza uno de recirculación con biofiltros (RAS) y el segundo con flóculos microbianos (F) instaló larvas de 0,13 g de peso a 0,20 metros cuadrados por larva en 50 litros, la mejor conversión se produjo en el sistema RAS, pero señaló que existe desconocimiento para el manejo del sistema RAS como Biofloc.

El tamaño de las partículas de alimento es muy importante porque si las partículas son extremadamente finas y están muy disueltas contaminan el agua, para que estas sean aprovechadas deben ser muy ligeras y permanezcan suspendidas; o el proceso de hundimiento sea lento, si las partículas son de tamaños mayores a la caja torácica estos tienden a arrastrar a las larvas al fondo de las bandejas o estanques (Rodríguez, 1993, Coelho, 1981).

Griffith y otros (1992), la alimentación a base de dietas artificiales (AA) suele tener poca estabilidad en el agua de mar, lo que afecta directamente su valor nutricional y calidad. Estas dietas se descomponen fácilmente, lo que deteriora la calidad del agua en el cultivo. Debido a esto, los centros de larvicultura de camarón enfrentan dificultades al elegir el tipo de dieta artificial que garantice la calidad del agua en el cultivo.

Fegan (1992) planteó el uso de alimentos con micro algas (chaetoceros y skeletonema) y Artemia salina, así el uso esporádico de rotíferos y nematodos y el 87% de los centros de cría usan alimentos suplementarios que existen en los mercados.

Ohs y otros (1998) mostraron diferentes proporciones de canibalismo, es decir; 35,0 y 9,3% en larvas de camarón de agua dulce alimentadas con dietas artificiales y náuplios vivos de Artemia, respectivamente.

Está muy bien documentado la contribución de los organismos del zooplancton como parte de la nutrición del camarón cultivado según Yuh y Houg (1992). Los alimentos principales utilizados en la dieta de camarón blanco y azul son: larvas de insectos chironomidos, nauplios de copépodos, larvas de poliquetos y copépodos adultos (Martínez y otros, 2003).

La sobrealimentación de nauplios de Artemia en el cultivo de larvas de camarón en este sistema de cría se genera residuos y genera la concentración de nitrógeno tóxico compuesto, la sub alimentación reducirá la tasa de crecimiento y tiende a inducir el canibalismo (Barros y Valenti, 2003).

Otras técnicas como la asociación del cultivo de camarón gigante de Malasia con plantas de *Hydrilla verticillata* a densidades de larvas de 20/m², es factible por que dicha técnica mejora la calidad del agua y disminuye los costos de producción; incrementándose los ingresos de 2,5 veces en comparación con los convencionales (Ma y otros, 2020).

Valenti y Daniels (2000), señalan que para una especie de canibalismo como *M. rosenbergii*. la sobrealimentación de nauplios de Artemia en los sistemas de cría de larvas generará residuos y elevaría la concentración de compuestos tóxicos de nitrógeno. Por el contrario, la subalimentación reducirá la tasa de crecimiento e inducirá el canibalismo.

4.3. Resultado específico 3

Evaluar los parámetros de calidad de agua (Oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica, dureza, temperatura, salinidad, nitratos y turbidez) y su influencia en el desarrollo productivo de larvas de camarón gigante de Malasia bajo tres densidades de siembra en un sistema de recirculación.

En la (Tabla 9) se mostraron los parámetros de calidad del agua de larvas de *M. rosenbergii* expuestos a diferentes densidades por litro. Los diferentes parámetros de calidad de agua fueron óptimos para el crecimiento de camarón.

Tabla 9*Parámetros de calidad del agua*

Parámetros	Resultados promedio
Dureza general (Gh)	160 mg/l a 180 mg/l.
Dureza carbonatada (kH)	150 mg/l – 190 mg/l.
Potencial de hidrogeno pH de agua dulce	7,0 a 7,5
Potencial de hidrogeno pH de agua salada	8,1 - 8,3
Hierro	0,25 mg/l – 0,5 mg/l
Amoniaco	1,2 mg/l < 0,5 ppm
Calcio	5m g/l – 12 mg/l
Agua dulce	5 mg/l a 12,5 mg/l.
Agua salada	400 mg/l a 450 mg/l (Ca ²⁺).
Nitratos (NO ₃)-	20 mg/l – 25 mg/l
Fosfatos (PO ₄)	0,1 mg/l – 1 mg/l
Nitritos (NO ₂)-	0,3 mg/l de NO ₂
Aporte de oxigeno	0,5 g/l
Temperatura	28 - 32C°
Salinidad	12 ppm a 14 ppm
Oxígeno disuelto	5 g/l

Fuente: elaboración propia

En la investigación se pudo determinar que con los valores de los parámetros de calidad del agua (Tabla 9) se determinó su influencia positiva en el desarrollo de larvas, y dichos valores son los recomendados para trabajos de dicha índole por que mostraron excelentes resultados con densidades de 90 y 110 larvas por litro.

Adhikari y otros, (2007) reportaron crecimientos máximos de gambas con niveles de dureza carbonatada (kH) o alcalinidad de 100 mg/L CaCO₃, afirman que con niveles de dureza del calcio (>228 mg/L como CaCO₃) y el alto nivel de alcalinidad del bicarbonato (>205 mg/L como CaCO₃) afectaron la supervivencia de *M. rosenbergii*, los altos niveles de calcio pueden ser capaces de afectar el crecimiento.

A niveles menores de 53 mg/L de CaCO₃ el crecimiento de los camarones alcanzaron puntos máximos, pero al incrementar los niveles de CaCO₃ si disminuyó el crecimiento (Brown y otros, 1991). Con dureza de agua superiores a 65 mg/L CaCO₃ Cripps y Nakamura (1979) observaron reducción del crecimiento de las larvas de camarón.

Los camarones de agua dulce utilizan el calcio para mantener fuerte el exoesqueleto; si la cantidad del componente es demasiado bajo el exoesqueleto tardará mucho tiempo en endurecerse después de la fase de muda (Adhikari y otros, 2007).

Lo blando del agua trae problemas a las gambas como daños mecánicos o daños causados por depredadores, al mismo tiempo si es demasiado dura también se convierte en problema por lo tanto Wetzel (2001) recomienda rangos de 50 a 200 mg/L, lo cual era considerado como óptima para langostinos de agua dulce. Pero Adhikari y otros (2007) señala que el agua debe estar entre un nivel de calcio de 92 a 192 mg/L y niveles de CaCO_3 cercanos a 100 mg/L de alcalinidad de bicarbonato.

CONCLUSIONES

Las larvas de camarones gigantes de Malasia *Macrobrachium rosenberguii* si presentan respuesta positiva en cuanto a su desarrollo en diferentes densidades por litro.

Las densidades de siembra si mostraron efecto sobre el desarrollo (longitud) de las larvas, utilizando la densidad a 110 larvas/litro alcanzaron 7,62 mm al día 7.

La sobrevivencia de larvas es mayor a densidades de 90 y 110 larvas/litro llegando hasta 64,75 %, el consumo de alimento fue mayor en las mismas densidades señaladas llegando hasta 4,7 a 4,95 mg.

Los parámetros de calidad de agua como dureza general, dureza carbonatada, pH de agua dulce y salada, hierro, amoniac, nitratos, fosfatos, nitritos, aporte de oxígeno y temperatura detallados en la investigación son los rangos óptimos para que sea factible la reproducción de la densidad larvaria de 110 larvas/litro, en tanto la dureza y alcalinidad deben monitorearse para un desarrollo optimo y rentable.

RECOMENDACIONES

Ejecutar la investigación en condiciones del laboratorio utilizando como fuente de alimento zooplancton y fitoplancton como alimento nutricional.

Realizar otras investigaciones utilizando la misma metodología, pero con densidades mayores a las utilizadas en la investigación.

Realizar indagaciones con la densidad de siembra de 90 y 110 larvas/litro utilizando fuentes de alimento suplementario diferentes a las utilizadas, para así disminuir costes de producción.

Para la buena producción camaronera se debe tener datos del origen de las larvas de camarón, y las condiciones requeridas para la fase de post – larva. Se debe realizar desinfecciones periódicas y completas en el laboratorio para evitar posibles problemas patológicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuicultura y piscicultura (2015). *Cultivo del Macrobrachium rosenbergii (Camarón gigante o camarón de malasia) acuicultura - cultivo de peces – piscicultura* <http://acuiculturapiscicultura.blogspot.com/2015/01/cultivo-del-macrobrachium-rosenbergii.html>.
- Adhikari, S.; Chaurasia, V. S.; Naqvi, A. A. y Pillai, B. R. (2007). *Supervivencia y crecimiento de juveniles de Macrobrachium rosenbergii (de Man) en relación con la dureza del calcio y la alcalinidad del bicarbonato*. Revista de pesca y ciencias acuáticas, 7(1).
- Al-Harbi, A. H.; (2003). *Flora bacteriana de camarones de agua dulce, Macrobrachium rosenbergii (de Man), cultivados en tanques de concreto en Arabia Saudita*. Acuicultura aplicada, Volumen 14, 113 – 124.
- Almeida, P.; Dewasme, L. y Vande W. A. (2020). *Control de desnitrificación en un sistema de recirculación de acuicultura: un estudio de simulación*. Procesos, volumen 8 (10), 1306.
- APHA (2005). *“Métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales”*. Edición 21. Nueva York.
- Barbieri, E.; Ferreira, A. C; Rezende, K. F. O. (2017). *Efectos del cadmio en la excreción de amoníaco del camarón (Farfantepenaeus paulensis) a diferentes temperaturas y niveles*. Revista Panamericana de Ciencias Acuáticas, volumen 12(3), 176 – 183.
- Barros, H. P. y Velenti, W. C. (2003). *Tasas de ingestión de nauplios de Artemia para diferentes estadios larvarios de Macrobrachium rosenbergii*. Aquaculture. 217, 223 – 233 p. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00229-6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00229-6)
- Bauer, R. T. (2013). *Anfidromia en camarones: un ciclo de vida entre los ríos y el mar latinoamericano*. Revista de investigación acuática, volumen. 41, núm. 4, septiembre. 633 - 650.
- Bidwell, R. G. S. (1979). *Fisiología de las plantas*. Segundo. Edición. Macmillan Publishing Co. Inc. Nueva York.
- Brown, J. H.; Wickins, J. F. y Maclean, M. H. (1991). *El efecto de la dureza del agua en el crecimiento y la mineralización del caparazón de camarones juveniles de agua*

- dulce *Macrobrachium rosenbergii* (deMan). *Acuicultura*, 95: 329 – 345 pág. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(91\)90098-R](https://doi.org/10.1016/0044-8486(91)90098-R)
- Caffrey, J. M.; Bano, N.; Kalanetra, K. y Hollibaugh, J. T. (2007). *Oxidación de amoníaco y bacterias oxidantes de amoníaco y arqueas de estuarios con diferentes antecedentes de hipoxia*. *ISME J.* volumen 1: 660 - 662. <https://doi.org/10.1038/ismej.2007.79>
- Cavalli, R. O.; Berghe, E. V.; Lavens, P.; Thuy, N. T. T.; Mathieu, W.; Sorgeloos, P. (2000). *La toxicidad del amoníaco como criterio para la evaluación de la calidad de las larvas en el langostino Macrobrachium rosenbergii*. *Bioquímica y fisiología comparativas*. Volumen 125, 333 – 343. [https://doi.org/10.1016/S0742-8413\(99\)00113-9](https://doi.org/10.1016/S0742-8413(99)00113-9)
- Chang, J. V. (2009). *Parámetros ambientales básicos agua de mar*. Edu.ec. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6145/23/Par%C3%A1metros%20ambientales%20b%C3%A1sicos%20agua%20de%20mar.pdf>
- Cripps, M. C. y Nakamura, R. M. (1979). *Inhibición del crecimiento de Macrobrachium rosenbergii por la dureza del agua con carbonato de calcio*. En *Actas de la Sociedad Mundial de Maricultura* (Vol. 10, No. 1-4, pp. 575-580). <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1979.tb00056.x>.
- Coelho, P. (1981). *Cultivo de camarones del género Macrobrachium Bate (Decapoda, Palaemonidae) en Brasil*. Volumen 6. Editorial: Emparén.
- Cohen, J. M.; Samocha, T. M.; Fox, J.M.; Gandy, R. L. y Lawrence, A. L. (2005). *Caracterización de los factores de calidad del agua durante la producción intensiva de juveniles de Litopenaeus vannamei utilizando herramientas de gestión biosegura y de descarga limitada*. *Ingeniería Acuícola*. vol. 32. (3-4):425-442.
- Coyle, S.; Dasgupta, S.; Tidwell, J. H.; Van Arnum, A.; Bright, L. A. (2004). *Efectos de la densidad de población en la producción de viveros y la economía del camarón de agua dulce, Macrobrachium rosenbergii*. *Revista de Acuicultura Aplicada*. Volumen 14, 137 – 148.
- Cupertino, E. L.; Marzarotto, S. A.; Silva, C.; Frozza, A.; Pastore, I.; Abreu, P. C. (2017). *Comportamiento productivo de juveniles de langostino de agua dulce Macrobrachium rosenbergii en sistema biofloc*. *Investigación sobre acuicultura*, 48 (9), 4748–4755. <https://doi.org/10.1111/are.13296>

- Devresse, B.; Romdhane, M. S.; Buzzi, M.; Rasowo, J.; Leger, P.; Brown, J. y Sorgeloos, P. (1990). *Producción mejorada de larvicultura en el camarón gigante de agua dulce Macrobrachium rosenbergii alimentado con una dieta de Artemia enriquecida con n-3 HUFA y fosfolípidos*. Acuicultura Mundial, volumen 21(2): 123 – 125.
- D'Abramo, L. R.; Kovalenko, E. E.; Ohs, C. L.; Buddington, R. K. (2002). *Reemplazo completo de Artemia con una dieta de micropartículas para el cultivo larvario del langostino de agua dulce Macrobrachium rosenbergii*. Acuicultura América 2002, San Diego.77.
- De Long, D. P. y Losordo, T. (2012). *Cómo poner en marcha un biofiltro*. Centro Regional de Acuicultura del Sur. Publicación SRAC, 4502.
- Diz, R. (2008). *Métodos para evaluar normalidad y homogeneidad de varianza*. Relación con el tamaño de muestra. Universidad de Granma. Bayamo. Cuba. 44.
- Espinoza, J. L. (1987). *El langostino: un alimento en peligro*. México Ingramex. Vplumen 10, 19 - 30.
- FAO (2006). *Productos de información sobre la acuicultura del FAO*. Documento Técnico de Pesca (225): Pág. 1- 118.
- FAO (2009). *Macrobrachium rosenbergii*. En Fichas técnicas de especies acuáticas cultivadas. Texto nuevo, MB Editado y compilado por Valerio Crespi y Michael New. CD-ROM (multilingüe).
https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/aquaculture/l1129m/file/en/en_giantriverp_rawn.htm
- Fegan, D. F. (1992). *Desarrollos recientes y problemas en la industria de criadero de camarones peneidos*. Acta de la sesión especial sobre camaronicultura. Sociedad Mundial de Acuicultura, Baton Rouge, pág. 55-70.
- Frei, M.; Razzak, M. A; Hossain, M. M.; Oehme, M.; Dewan, S., y Becker, K. (2007). *Emisiones de metano y suelos fisicoquímicos relacionados y parámetros del agua en sistemas arroz-peces en Bangladesh*. Agricultura, Ecosistemas y Medio Ambiente, Volumen 120, 391–398.
- Font, H. (2007). *Estudio de precisión en la variable producción de huevos en gallinas White Leghorn*. [Tesis al título de Máster en Producción Animal]. 84.

- Floreado, E. (2020, 11 de agosto). *Control de pH y Oxígeno disuelto en la acuicultura*. Floreado <https://floweren.com.pe/site/control-de-ph-y-oxigeno-disuelto-en-la-acuicultura/>
- Floriano, D. (2012). *PMF de la acuicultura*. Obras literarias ediciones S.A. España. 1 – 59.
- García, M.; Hendrickx. M. (2009). *Variaciones bioquímicas proximales en huevos del langostino *Macrobrachium americanum* (Bate, 1869) durante su desarrollo embrionario*. Investigación en acuicultura, 40. 575 - 581.
- Gastelú (2012). *El cultivo del camarón de agua dulce en Perú – Hatchery*. Revista Científica de la Sociedad Española de Acuicultura. nº37, pp. 42-44.
- Griffith, D. R. W.; Labor de V.; y Wigglesworth, J. M. (1992): *Economía biológica de la cría de larvas utilizando diatomeas bentónicas*. Memorias I congreso ecuatoriano de acuicultura. Escuela superior politécnica del litoral. Ecuador, pág.101 - 105.
- Gross, A.; Boyd, C. E.; Lorell, R.T. y Ella, J. (1998). *Presupuestos de fósforo para estanques de bagre de canal que reciben dietas con diferente concentración de fósforo*. Revista de la Sociedad Mundial de Acuicultura, volumen 29(1):31 - 39.
- Gomella H. (1999). *Tratamiento de aguas para abastecimiento público*. Editores Técnicos Asociados, S.A.
- Gómez, M. (2008). *Estudio de factibilidad del cultivo comercial del camarón de agua dulce en la Región de Guayana*. Universidad Católica Andrés Bello. Guayana.
- Glude, J. B. (1978). *El camarón de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii* (De Man)*. Washington, EE. UU. 58.
- Holtzman, M. K. H. (1990). *Manual Técnico para el cultivo y engorda del langostino malayo*. Fondepesca. México. 17 - 32.
- Hung, N. Q. y Phuc, T. T. (1999). *Informe del proyecto de transferencia de tecnología del camarón gigante de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii* para algunas provincias de la parte sur de Vietnam*. Conferencia sobre el desarrollo de la producción de langostinos gigantes de agua dulce en la parte sur de Vietnam, provincia de An Giang.
- IPAC. (2010). *Sistemas de recirculación para la acuicultura (sra)*. Revista de acuicultura. Ipacuicultura.com. <http://www.ipacuicultura.com/noticias-imprimir/divulgacion/1106/sistemas-de-recirculacion-para-la-acuicultura-sra.htm>

- Induanalisis. (2019). *Comunidades: Plancton, Perifiton, Fitoplancton y Zooplancton. Induanalisis, Laboratorio, Ambiental.* Disponible en: https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/comunidades_plancton_perifiton_fitoplancton_y_zooplancton_21
- Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (1995). *Fundamentos de acuicultura continental.* Santa Fe de Bogotá, Colombia. 285.
- Instituto Nacional de Pesca. (2012). *Langostino malayo. Diario oficial (Segunda Sección).* <https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuicultura-langostino-malayo>
- Jairo, A. (2002). *Calidad del agua. Editorial Alfa Omega.* 2ª edición. El cultivo de *Macrobrachium rosenbergii*. Wiley-Blackwell Oxford, Reino Unido, pág. 91-111.
- Jeanmonod, D. J. y Suzuki, K. (2018). *Somos Intech Open, la editorial líder mundial de libros de acceso abierto Creado por científicos, para científicos TOP 1% Control de un sistema hidráulico proporcional.* Intech abierto, volumen 2, 64.
- Lavens, P., Thongrod, S. y Sorgeloos. (2001). *Los alimentos para larvas de gambas y la importancia dietética de Artemia.* En: New M. B. y Valenti W. C. (Editores) Cultivo de gambas de agua dulce.
- Léger, P.; Vanhaecke, P.; Sorgeloos, P. (1983). *Estudio Internacional sobre Artemia: XXIV. Almacenamiento en frío de nauplios de Artemia vivos de varias fuentes geográficas: potenciales y límites en la acuicultura.* Acuicultura Engineering, Volumen 2, 69 – 78. [https://doi.org/10.1016/0144-8609\(83\)90006-7](https://doi.org/10.1016/0144-8609(83)90006-7)
- Ling, S. W. y Costello, T. J. (1976). *Revisión del cultivo de camarones de agua dulce.* Conferencia técnica de la FAO sobre acuicultura, Kyoto. Japón.
- Ma, H.; Lv, M.; Lin, Y.; Chen, X.; Wang, D.; Du, X. y Li, J. (2020). *El sistema de cocultivo de gambas (Macrobrachium rosenbergii) y plantas (Hydrilla verticillata) mejora la calidad del agua, la producción de gambas y el beneficio económico a través de la gestión de la densidad de población y el régimen de alimentación.* Investigación sobre acuicultura, 51 (6), 2169–2178. <https://doi.org/10.1111/are.14585>
- Martínez, L. R; Campaña, A. y Porchas, M. A. (2003). *Nivel de proteína dietética y manejo de alimentos naturales en el cultivo de camarón azul (Litopenaeus stylirostris) y camarón blanco (Litopenaeus vannamei) en microcosmos.* Aquaculture Nutrition. Volumen 9, Edición 3, pág. 155 – 160. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.2003.00235.x>

- Méndez, Y.; Yamasaki S.; García, M. U.; Martínez, L. R.; Rivas, M. E.; Arcos, F. G. y Cortés, E. (2016). *Efecto del contenido de proteínas en la dieta sobre la tasa de crecimiento, la supervivencia y la composición corporal de juveniles de camarón de río Cauque, Macrobrachium americanum (Bate 1868)*. Investigación sobre acuicultura, volumen 48(3): 741 – 751.
- Millard, R. S; Ellis, R. P; Bateman, K. S; Bickley, L.K; Tyler, C. R; Van Aerle, R. y Santos, E. M. (2021). *Influencia de los factores estresantes en la susceptibilidad de los camarones a la enfermedad de la mancha blanca, Parte 2*. Alianza mundial de productos del mar. <https://www.globalseafood.org/advocate/influence-of-stressors-on-shrimp-susceptibility-to-white-spot-disease-part-2/>
- Montemayor, L. J. (2000). *Moléculas sintéticas y extractos animales y vegetales como atrayentes alimenticios en dietas para crustáceos de interés comercial*. [Tesis de doctorado en ciencias biológicas con especialidad en acuicultura]. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Morales, V.; Velotit, A. (1993). *Fitoplancton*. PRADEPESCA. Panamá. 26.
- Murthy, S.; Yogeeshababu, M.; Thanuja, K.; Prakash, P. y Shankar, R. (2008). *Evaluación de dietas formuladas para larvas inertes para el destete de langostinos gigantes de agua dulce, Macrobrachium rosenbergii de Artemia*. Revista Mediterránea de Acuicultura, volumen 1, 21 – 25. <https://doi.org/10.21608/maj.2008.2660>
- Murthy, H.S.; Tanuja, K. y Prakash, P. (2004). *Producción y crecimiento en criaderos agricultura de agua dulce en la India: desarrollos recientes*. Séptimo asiático Foro de Pesca de Penang, Malasia.
- Navarrete, O. (2003). *Cultivo de langostinos*. 1- 53 pág.
- Nagamine, C. M.; Knight, A. W. (1980). *Desarrollo, maduración y función de algunas estructuras sexualmente dimórficas del camarón de Malasia, Macrobrachium rosenbergii (De Man) (Decapoda, Palaemonidae)*. Crustácea, volumen 39: 141 – 52.
- Nhan, D. T. (2009). *Optimización de los protocolos de criadero para el cultivo de Macrobrachium rosenbergii en Vietnam*. [Tesis doctoral]. Universidad de Ghent, Bélgica.
- Nhan, D. T.; Wille, M.; Hung, L. T. y Sorgeloos, P. (2009). *Comparación del rendimiento reproductivo y la calidad de la descendencia de reproductores de camarones gigantes de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii) de diferentes regiones*.

Acuicultura, volumen 298(1-2), 36-42.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.09.011>

Nhan, D. T.; Wille, M. y Sorgeloos, P. (2010). *Efectos de la densidad de población de larvas y el régimen de alimentación en la cría de larvas de camarones gigantes de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii)*. Acuicultura, volumen 300 (1-4), 80 – 86.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.12.012>

New, M. y Singholka, S. (1985). *Cultivo del camarón de agua dulce*. Manual para el cultivo de *Macrobrachium rosenbergii*.

New, M. (1980). *El Potencial del Cultivo de Macrobrachium en Latinoamérica*. Revista latinoamericana de Acuicultura. México, D.F. Volumen 6: 1- 40. 49 - 61.

Singholka, S. (1984). *Cultivo del camarón de agua dulce*. Manual para el cultivo de *Macrobrachium rosenbergii*. FAO, Documento Técnico de Pesca, volumen (225): 1 - 118.

New, M. B. (2002). *Manual para el cultivo del langostino gigante de río (Macrobrachium rosenbergii)*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Negrini, C.; Silva, C.; Bittencourt, A. T.; Frozza, A.; Ortiz, R.; y Cupertino, E. L. (2017). *Densidad de siembra del camarón de agua dulce Macrobrachium rosenbergii (Decapoda, Palaemonidae) en sistema biofloc*. Revista latinoamericana de investigación acuática, volumen 45(5), 891-899. <https://dx.doi.org/10.3856/vol45-issue5-fulltext-3>

Ohs, C. L.; Abramo, L. R.; Buddington, R. K.; Robinette, H. R.; Roethke, J. M. (1998). *Evaluación de una dieta artificial secada por polvorización 60 para el cultivo de larvas de camarón de agua dulce y bajo rayado, morone saxátiles*. Acuicultura nutrición. Volumen 4, pág. 73 -82.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2002). *Cultivo de langostinos de agua dulce*. Manual para el cultivo del langostino gigante de río (*Macrobrachium rosenbergii*). ISBN 92-5-104811-8.
<https://www.fao.org/3/Y4100E/y4100e00.htm#TOC>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2016). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura: contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos*. Roma, Italia: 200. ISSN 1020 - 5489.

- Otoshi, C. A; Arce, S. M. y Muss, S.M. (2003). *Crecimiento y rendimiento reproductivo de reproductores de camarones criados en un sistema acuícola de recirculación bioseguro versus un estanque de flujo continuo*. Ingeniería Acuícola. Vol. 29. 3: 93 - 107.
- Phatarpekar, P. V.; Kenkre, V. D.; Sreepada, R. A.; Desai, U. M.; Achuthankutty, C.T. (2002). Flora bacteriana asociada con la cría de larvas del langostino gigante de agua dulce, *Macrobrachium rosenbergii*. *Acuicultura*, Volumen 203, 279 – 291.
- Phuong, N. T.; Huong, T. V.; Hijo, V. N.; Morooka, Y.; Fukuda, Y.; Wilder, M. N. (2006). *Estado actual del cultivo de langostinos de agua dulce en Vietnam y el desarrollo y transferencia de tecnología de producción de semillas*. Artículo de revisión *Fisheries science*: volumen 72, 1- 12. <https://doi.org/10.1111/j.1444-2906.2006.01109.x>
- Ponce, J. J. (2017). Explicación del kH de manera sencilla. *Gambasdeacuario.com*. <https://gambasdeacuario.com/explicacion-del-kh-de-manera-sencilla/>
- Prieto, M. J.; Mogollón, M. J.; Castro, A. L. y Sierra, L. A. (2005). Efecto del medio y condiciones de cultivo en la productividad de tres diatomeas marinas con potencial acuícola. *Revista MVZ Córdoba*, volumen 10 (1). <https://doi.org/10.21897/rmvz.476>
- Khasani, I.; Sopian, A.; Anggraini, F. y Pamungkas, W. (2022). Crecimiento, tasa de supervivencia y rendimiento reproductivo de dos cepas superiores del camarón gigante de agua dulce (*Macrobrachium rosenbergii*). *Omni-Akuatika*, 18. <https://doi.org/10.20884/1.oa.2022.18.S1.983>
- Reich, T. (2015, 8 de diciembre). El ciclo del nitrógeno en los acuarios. Las mascotas de abeto. <https://www.thesprucepets.com/nitrogen-cycle-understanding-1380724>
- Rodríguez, G. (1993). *Fundamentos de la acuicultura continental*. Colombia. INPA. 173 - 178.
- Rodríguez, R.; Lazareno, M.; Espinosa, D.; Basto, R. y Vega, V, F. (2012). *Temperatura óptima y preferencia térmica del camarón de río Macrobrachium tenellum en la costa tropical del Pacífico mexicano*, Boletim do Instituto de Pesca, volumen 38. 121 - 130.
- Sainz, I.; De Cluine, A. y Lore, D. (1994). *Manejo y Cultivo de Artemia y Rotíferos*. Pradepesca. Panamá. 49.
- Salas (2022). *Crianza de camarón gigante de Malasia*. Página web, visitada en octubre de 2023. https://proyectosperuanos.com/camaron_de_malasia/

- Saldias, Sonnenholzner y Massaut (2002). *Balance de nitrógeno y fósforo en estanques de producción de camarón en Ecuador*.
- Shailender, M.; Babu, B. C.; Sarmal, K. P.; Kishor, B. y Gandhi, R. (2012). *Efectos de la temperatura y la salinidad sobre el crecimiento, la tasa de eclosión y la tasa de supervivencia del camarón gigante de agua dulce, Macrobrachium rosenbergii (De Man) en condiciones de cautiverio*. Revista Internacional de Bioensayos, volumen 1 (11), 150 – 155.
- Silva, M. A. S.; Ramiro, B. O.; Neto, M. E. A.; Guerra, R. R. (2019). *Etapas del ciclo de muda en Macrobrachium rosenbergii por método de setogénesis*. Boletim DO Instituto de Pesca, volumen 45(2), 1 - 6. <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2019.45.2.428>
- Sorgeloos, P.; Lavens, P.; Léger, P.; Tackaert, W.; Versichele, D. (1986). *Manual para el cultivo y uso de camarones de salmuera Artemia en acuicultura*, 318. Facultad de Agricultura, Universidad Estatal de Gante, Gante, Bélgica.
- Sorgeloos, P. (1980). *Aspectos generales de la ecología y biogeografía de Artemia: El camarón de salmuera Artemia*. vol. 3. (Ed.). Universal Press, Wetteren, Bélgica. 456.
- Sorgeloos, P.; Dhert, P.; Candreva, P. (2001). *Uso del camarón de salmuera. Artemia spp., en larvicultura de peces marinos*. Acuicultura, volumen 200, 147 – 159.
- Sung, H. H.; Hwang, S. F.; Tasi, F. M. (2000). *Respuestas del camarón gigante de agua dulce Macrobrachium rosenbergii al desafío de dos cepas de Aeromonas spp.* Revista de Patología de Invertebrados, volumen 76, 278–284. <https://doi.org/10.1006/jipa.2000.4981>
- Thang, N. V. (1995). *Cultivo de gambas gigantes de agua dulce*. Editorial Agricultura. (en vietnamita), 15 págs.
- Tidwell J. H. (2012). *Función arena características de todos los sistemas de acuicultura en Tidwell, editor. Sistema de producción acuícola*. Sociedad Mundial de Acuicultura. Editorial Wiley Blackwell. Iowa (Estados Unidos). Páginas. 51- 62.
- Timons, M. B.; Ebeling, J. M. y Piedrahita, R. H. (2009). *Acuicultura en sistemas de recirculación, Cayuga Aqua Ventures, NRACE Publicación N° 101 - 2.009 español*.

- Valverde, J. y Varela, A. (2020). *Efecto de la densidad de siembra en la productividad y rentabilidad del langostino *Macrobrachium rosenbergii* en la fase de engorde en estanques, Costa Rica*. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 31(3).
- Valenti, W. C.; Daniels, W. H. (2000). *Sistemas y gestión de criaderos de recirculación*. En: New, M.B., Valenti, W.C. (Eds.). Cultivo de gambas de agua dulce. Blackwell, Oxford, 69 – 90 pág.
- Valenti, W. C.; Daniels, W. H. (2007). *Gestión y sistemas de incubación con recirculación*. Cultivo de gambas de agua dulce: El cultivo de *Macrobrachium Rosenbergii*, pág. 69 - 90. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11449/220506>
- Vega, F.; García, M. U.; Cortés, E.; Yamasaki, S.; Montoya, C. E.; Vargas, M. A. y Nolasco, H. G. (2014). *Los camarones de agua dulce del género *Macrobrachium*: biología, ecología y explotación*. Temas sobre investigaciones costeras. Universidad de Guadalajara, Jalisco, 273-315.
- Vega, F.; Martínez, E.; Espinosa, L.; Cortés, M. y Nolasco, H. (2011). *Crecimiento y supervivencia del langostino (*Macrobrachium tenellum*) en cultivos experimentales de verano y otoño en la costa tropical del Pacífico mexicano*. Agroecosistemas Tropicales y Subtropicales, volumen 14. 581 - 588.
- Wetzel, J. E. (2001). *Métodos de producción de agua dulce de langostino en los estanques de Illinois*. Informe de Iniciativa de Empresas Rurales y Desarrollo Alternativo. Informe No.10.
- Whiteley, N. M. (2011). *Respuestas fisiológicas y ecológicas de los crustáceos a la acidificación del océano*. Serie Progreso de la Ecología Marina, volumen 430, 257–272. <http://www.jstor.org/stable/24874515>
- Yuh, L. C. y Houg, Y. C. (1992). *Juveniles de *Penaeus monodon* como efectivos depredadores de zooplancton*. Acuicultura. Volumen 103: 35 – 44 pág. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(92\)90276-Q](https://doi.org/10.1016/0044-8486(92)90276-Q)
- Yockteng, J. (2017). *Biología de la Artemia sp.* Disponible en: <https://www.bioartemia.com/2017/03/03/biologia-de-la-artemia-sp/>

Evaluación de tres densidades
poblacionales en el desarrollo
larval de camarón
Macrobrachium rosenbergii en
un sistema de recirculación

por Alindor Fermin Salvador

Fecha de entrega: 01-dic-2023 01:36p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2244465797

Nombre del archivo: AGRONOM_A-_Alindor_Fermin_Salvador_2.docx (4.05M)

Total de palabras: 16510

Total de caracteres: 89946

Evaluación de tres densidades poblacionales en el desarrollo larval de camarón *Macrobrachium rosenbergii* en un sistema de recirculación

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	1%
5	digi.usac.edu.gt Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante	1%
7	docplayer.es Fuente de Internet	1%
8	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%