



UNAP



**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE ACUICULTURA**

TESIS

**EFFECTO DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE EL
DESEMPEÑO PRODUCTIVO DEL CAMARÓN GIGANTE DE MALASIA
Macrobrachium rosenbergii CULTIVADOS EN CORRALES**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGA ACUICULTORA**

PRESENTADO POR:

**JANINA LOZANO DEL AGUILA
JENIFER NATALY PINEDO VARGAS**

ASESORES:

**Blgo. ENRIQUE RIOS ISERN, Dr.
Blgo. JULIO CESAR VILLA LAVY**

IQUITOS, PERÚ

2024

ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNAP

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE ACUICULTURA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 002-CGT-UNAP-2024

En la ciudad de Iquitos, Departamento de Loreto, mediante sala presencial, a los 19 días del mes de enero del 2024, a las 10:00 horas se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: "EFECTO DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DEL CAMARÓN GIGANTE DE MALASIA *Macrobrachium rosenbergii* CULTIVADOS EN CORRALES" presentado por las Bachilleres JANINA LOZANO DEL ÁGUILA y JENIFER NATALY PINEDO VARGAS, autorizada mediante RESOLUCIÓN DECANAL N° 017-2024-FCB-UNAP, para optar el Título Profesional de BIÓLOGA ACUICULTORA, que otorga la UNAP de acuerdo a Ley 30220, su Estatuto y el Reglamento de Grados y Títulos vigente.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante RESOLUCIÓN DECANAL N° 449-2022-FCB-UNAP, de fecha 29 de setiembre de 2022, integrado por los siguientes Profesionales:

- | | |
|--|--------------|
| - Bigo. LUIS ESEQUIEL CAMPOS BACA, Dr. | - Presidente |
| - Bigo. LUIS GARCIA RUIZ, M.Sc. | - Miembro |
| - Biga. ROSSANA CUBAS GUERRA, Dra. | - Miembro |



Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas, las cuales fueron absueltas:

satisfactoriamente

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la Tesis han sido absueltas con la calificación de Buena estando las Bachilleres aptas para obtener el Título Profesional de BIÓLOGA ACUICULTORA.



Siendo las 11:20 horas se dio por terminado el acto de sustentación.

Bigo. LUIS ESEQUIEL CAMPOS BACA, Dr.
Presidente

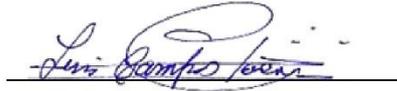
Biga. ROSSANA CUBAS GUERRA, Dra.
Miembro

Bigo. LUIS GARCIA RUIZ, M. Sc.
Miembro

Bigo. ENRIQUE RIOS IBARRA, Dr.
Asesor

Bigo. JULIO CESAR VILLA LAVAY
Asesor

JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR



Blgo. LUIS EXEQUIEL CAMPOS BACA, DR.

Presidente



Blgo. LUIS GARCÍA RUIZ, MSC.

Miembro



Blgo. ROSSANA CUBAS GUERRA, MSC.

Miembro

ASESORES



Blgo. ENRIQUE RIOS ISERN, DR.

Asesor



Blgo. JULIO CÉSAR VILLA LAVY

Asesor

RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO	AUTOR
FCB_TESIS_LOZANO DEL AGUILA_PINEDO VARGAS.pdf	LOZANO DEL AGUILA / PINEDO VARGAS

RECuento DE PALABRAS	RECuento DE CARACTERES
10205 Words	51732 Characters

RECuento DE PÁGINAS	TAMAÑO DEL ARCHIVO
39 Pages	364.7KB

FECHA DE ENTREGA	FECHA DEL INFORME
Mar 21, 2024 11:27 AM GMT-5	Mar 21, 2024 11:28 AM GMT-5

● 14% de similitud general

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

- 13% Base de datos de Internet
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

Resumen

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a nuestros padres, esposos e hijos por el amor incondicional que nos brindan día a día, y sobre todo por el apoyo brindado para seguir adelante por nuestros sueños.

JANINA Y JENIFER

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, a través de la facultad de Ciencias Biológicas Escuela Profesional de Acuicultura - sede Yurimaguas, por abrirnos sus puertas y por habernos formado con el sello UNAP.

A todos los docentes de la Escuela Profesional de Acuicultura de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, filial Yurimaguas, que supieron impartir acertadamente sus conocimientos, en aras de formar una sociedad más productiva y competitiva, ya que en base a sus enseñanzas estamos formados para dar pasos decisivos en la vida, y demostrar así nuestra valía como profesionales.

A nuestros asesores Blgo. Enrique Rios Isern, Dr. y Blgo. Julio Cesar Villa Lavy, por su orientación, su apoyo, su paciencia durante el desarrollo de la presente tesis.

Al Biólogo Maximiliano Mora Del Águila, por su colaboración en la revisión y corrección de estilo de este informe.

Al jurado por sus correcciones y apoyo en el mejoramiento de nuestra tesis en busca de un buen fin, que permite ser guía para otros estudiantes.

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera nos apoyaron para la culminación de este trabajo de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	ii
JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR.....	iii
ASESORES	iv
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
INDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Bases Teóricas	15
1.3 Definición de términos básicos	17
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	19
2.1 Formulación de la hipótesis	19
2.2 Variables y su operacionalización	19
CAPÍTULO III: METODOLOGIA	20
3.1 Tipo y Diseño de Investigación	20

3.2	Diseño Muestral.....	20
3.3	Procedimiento de Recolección de Datos.....	21
3.4	Procesamiento y Análisis de Datos.....	26
3.5	Aspectos Éticos	27
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....		28
4.1	Crecimiento del camarón <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	28
4.2	Parámetros productivos	32
4.3	Calidad de agua.....	33
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN		35
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES		40
CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES		42
CAPÍTULO IX: FUENTES DE INFORMACIÓN		43
ANEXOS		49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables de estudio.	19
Tabla 2. Designación de los tratamientos con sus respectivas repeticiones.	20
Tabla 3. Distribución de las unidades experimentales con sus respetivos tratamientos y repeticiones.....	22
Tabla 4. Composición porcentual de la ración alimenticia.	22
Tabla 5. Composición de los ingredientes utilizados para la ración alimenticia de los camarones.....	23
Tabla 6. Valores promedio de longitud (cm) y peso (g) de post larvas de <i>M.</i> <i>rosenbergii</i> cultivados bajo tres densidades durante 90 días.....	28
Tabla 7. Agrupación de los tratamientos según talla utilizando el método de Tukey.....	29
Tabla 8. Agrupación de los tratamientos según peso utilizando el método de Tukey.....	31
Tabla 9. Valores promedio de los parámetros productivos de <i>Macrobrachum</i> <i>rosenbergii</i> cultivados bajo tres densidades durante 90 días.....	32
Tabla 10. Parámetros físicos y químicos del agua (promedio \pm desviación estándar) registrados para el <i>Macrobrachium rosenbergii</i> cultivados bajo tres densidades durante 90 días.....	34
Tabla 11. Cuadro de análisis de varianza (ANOVA) de la longitud promedio inicial de los camarones.....	49
Tabla 12. Cuadro de análisis de varianza (ANOVA) de la longitud promedio final de los camarones	49

Tabla 13. Cuadro de análisis de varianza (ANOVA) del peso promedio inicial de los camarones.....	49
Tabla 14. Cuadro de análisis de varianza (ANOVA) del peso promedio final de los camarones.	49
Tabla 15. Ficha de producción por tratamiento y repetición.....	50
Tabla 16. Ficha de muestreo biométrico quincenal.	50

ÍNDICE DE GRÁFICOS

- Gráfico 1.** Curva de crecimiento en longitud (cm) de camarón, *Macrobrachium rosenbergii*, cultivados bajo tres densidades durante 90 días..... 30
- Gráfico 2.** Curva de crecimiento en peso (g) del camarón, *Macrobrachium rosenbergii*, cultivado bajo tres densidades durante 90 días..... 31

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Estadística complementaria.....	49
Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos	50
Anexo 3. Panel Fotográfico.	51
Anexo 4. Análisis bromatológico de la ración del alimento	52

RESUMEN

La investigación se realizó en Yurimaguas, específicamente en el kilómetro 24 de la vía que lleva a Tarapoto, y tuvo lugar durante los meses de febrero a abril de 2021. Esta buscó determinar el impacto de tres diferentes densidades de cultivo en el crecimiento del camarón gigante de Malasia, *Macrobrachium rosenbergii*. Para ello, se estableció un diseño experimental que incluyó tres diferentes tratamientos: T1 con 5 PL/m², T2 con 7 PL/m² y T3 PL/m², cada uno con tres repeticiones, resultando en un total de nueve unidades experimentales. Las mediciones biométricas se llevaron a cabo de manera quincenal. Con la culminación del periodo de estudio, se aplicaron análisis de varianza y la prueba de Tukey para identificar diferencias significativas entre los tratamientos. Adicionalmente, se monitorearon las condiciones fisicoquímicas del agua cada quince días. Se determinó que el crecimiento de *M. rosenbergii* fue influenciado por la densidad de siembra, siendo el tratamiento T1 el que obtuvo mejores resultados en tamaño y peso, evidenciando una disminución en estos parámetros con el aumento de la densidad de cultivo y una mayor tasa de supervivencia a la menor densidad. En conclusión, las condiciones fisicoquímicas del agua se mantuvieron constantes en todas las unidades de cultivo y dentro de los parámetros adecuados para el óptimo desarrollo del camarón.

Palabras clave: densidad, desempeño productivo, post larvas, camarón, corrales.

ABSTRACT

The investigation was carried out in Yurimaguas, specifically at kilometer 24 of the road that takes Tarapoto, and took place during the months of February to April 2021. This sought to determine the impact of three different cultivation densities on the growth of the giant shrimp of Malaysia, *Macrobrachium rosenbergii*. To do this, an experimental design was established that included three different treatments: T1 with 5 PL/m², T2 with 7 PL/m² and T3 PL/m², each with three repetitions, resulting in a total of nine experimental units. Biometric measurements were carried out biometry. With the culmination of the study period, variance analysis and Tukey test were applied to identify significant differences between treatments. Additionally, the physicochemical conditions of water were monitored every fifteen days. It was determined that the growth of *M. rosenbergii* was influenced by planting density, being the T1 treatment that obtained better results in size and weight, evidencing a decrease in these parameters with the increase in culture density and a higher rate of Survival to the lower density. In conclusion, the physicochemical conditions of water remained constant in all cultivation units and within the appropriate parameters for the optimal shrimp development.

Keywords: density, productive performance, post-larvae, shrimp, pens.

INTRODUCCIÓN

En el Perú se introdujo el camarón gigante de Malasia por la Universidad Nacional Agraria La Molina en el año 1982 (1) y las condiciones climáticas e hidrográficas favorables de la región San Martín concentró su cultivo en esta zona.

El cultivo de camarones implica la gestión de una gran cantidad de organismos en un espacio limitado, lo que conlleva desafíos relacionados con la alimentación y la salud; por esta razón, se necesitan alimentos de alta calidad nutricional y productos adicionales que promuevan la salud y el desarrollo de los organismos (2,3,4).

En la cría de camarones, la alimentación desempeña un papel crucial en el éxito de las actividades acuícolas. Sin embargo, en muchos de estos sistemas de producción, se presta escasa atención a los requisitos nutricionales, fuentes de alimento no tradicionales, tasas de crecimiento, índices de mortalidad y condiciones ideales para el cultivo (5).

En la actualidad, numerosos investigadores están trabajando en el desarrollo de tecnologías y métodos de gestión innovadores con el propósito de mejorar la producción comercial del camarón gigante de Malasia, conocido como *Macrobrachium rosenbergii*. Esto se presenta como una alternativa al cultivo de langostinos, ya que estos últimos parecen ser más susceptibles a las enfermedades que los camarones (6).

Debido a la falta de respaldo e interés por parte de las instituciones gubernamentales y privadas, en el distrito de Yurimaguas provincia de Alto Amazonas – Loreto, es muy limitado la investigación sobre cultivo de

camarones y no satisface las necesidades. En este contexto, y teniendo en cuenta la falta de estudios que analicen el impacto de la densidad de siembra, así como la supervivencia y el desarrollo del camarón gigante de Malasia, esta investigación tiene como propósito identificar las condiciones óptimas de cultivo para maximizar la producción en un espacio reducido, ofreciendo así una opción viable para el avance de la camaronicultura en la provincia.

En consecuencia, el objetivo general de esta investigación es evaluar cómo influyen tres diferentes densidades de siembra en el rendimiento productivo del “camarón gigante de Malasia” *Macrobrachium rosenbergii*, cuando se crían en corrales, realizando dos acciones que son; determinar el efecto de tres densidades de siembra sobre la talla, peso, tasa de supervivencia y biomasa del camarón cultivados en corrales y evaluar los parámetros físico-químicos del agua en el cultivo del camarón en corrales.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

En 2020, se llevó a cabo un estudio que tuvo como objetivo determinar la productividad y rentabilidad del engorde de *Macrobrachium rosenbergii* “langostinos” cultivados en dos densidades de siembra en estanques. La etapa de engorde se realizó usando densidades de 2.5 y 6.0 langostinos/m². Tras concluir el ciclo de cultivo, registraron producciones de 758.9 y 961.2 Kg/ha, respectivamente, con una diferencia significativa ($p < 0.01$). Si consideramos 2.7 ciclos por año, la productividad potencial alcanzaría los 2,049 y 2,595 Kg/ha/año, en cada caso correspondiente (7).

En 2020, se llevó a cabo un estudio para evaluar el impacto del número de sustratos en jaulas tipo cuna fish en el crecimiento de la fase precría I del camarón *M. rosenbergii*. Los hallazgos mostraron que, desde el inicio hasta el final del primer periodo de observación, los camarones en las jaulas con dos sustratos tuvieron un crecimiento promedio de 1.44 cm, mientras que en las jaulas con tres sustratos fue de 1.31 cm. En un segundo momento de observación, el crecimiento promedio fue de 1.61 cm en las jaulas con dos sustratos y de 1.568 cm en las de tres sustratos. Desde la primera hasta la segunda observación, las larvas en las jaulas con dos sustratos experimentaron un incremento promedio de 0.17 cm y las postlarvas en las jaulas con tres sustratos presentaron un incremento medio de 0.25 cm, indicando así un mayor crecimiento en las postlarvas alojadas en las jaulas con mayor número de sustratos. La investigación determinó que la cantidad de sustratos en las jaulas cuna fish ejerce una influencia positiva en el crecimiento de *M. rosenbergii* durante la fase precría I (8).

En el año 2020 se desarrolló una investigación para examinar el desempeño del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* cultivado a tres diferentes densidades de siembra, con tratamientos denominados T1 (10 camarones/m²), T2 (20 camarones/m²) y T3 (30 camarones/m²). El estudio se llevó a cabo en tres estanques revestidos con geomembrana, cada uno con una extensión de 128 m², durante un periodo de 90 días. Las variables que se midieron incluyeron la talla y peso promedio, así como la tasa de sobrevivencia de los camarones. Al concluir la investigación, los datos mostraron que no hubo diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$) en el peso promedio entre los distintos tratamientos. Igualmente, no se observaron diferencias significativas en la talla promedio. No obstante, sí se encontraron diferencias significativas en la sobrevivencia de los camarones, destacando el tratamiento T2 con la mayor sobrevivencia de un 94.5%, seguido por el T1 con un 92.2%, mientras que el T3 registró la menor sobrevivencia con un 31.40%. (9).

En 2018, se llevó a cabo una investigación para determinar el impacto de incluir el fitobiótico SANACORE en el alimento balanceado sobre el crecimiento y la supervivencia del camarón *M. rosenbergii* cultivado en jaulas. El estudio se realizó con 12 jaulas experimentales. Las post-larvas del camarón, con un peso y longitud iniciales de 1.03 ± 0.36 gramos y 5.13 ± 0.60 centímetros respectivamente, se sembraron a una densidad de 40 post-larvas/m³. Se alimentaron con un alimento comercial Aquatech con un contenido proteico del 30%, distribuido en cuatro tratamientos (T1 sin fitobiótico, T2 con 20 g/Kg, T3 con 40 g/Kg y T4 con 60 g/Kg), con tres repeticiones para cada uno. La alimentación se administró dos veces al día,

representando el 8% de la biomasa total. Al concluir el experimento, las longitudes finales alcanzadas por los camarones fueron de 8.34 cm, 8.53 cm, 8.64 cm y 8.66 cm para T1, T2, T3 y T4 respectivamente, y los pesos finales fueron de 6.03 g, 6.13 g, 6.27 g y 6.32 g para cada tratamiento en el mismo orden. Se observaron diferencias significativas en términos de peso y longitud final ($p < 0.05$), aunque no en la supervivencia. Esto llevó a la conclusión de que los camarones del tratamiento T4 tuvieron un mejor rendimiento en términos de crecimiento en peso y longitud (10).

En 2016, se realizó un estudio para analizar cómo la densidad de siembra influencia el crecimiento del camarón gigante de Malasia (*M. rosenbergii*) y la tilapia gris (*O. niloticus*) en un sistema de policultivo. Se adoptó un Diseño Experimental de Estímulo Creciente con tres tratamientos únicos: 5.1 organismos/m² (Estanque A), 8.1 organismos/m² (Estanque B) y 11.1 organismos/m² (Estanque C). La densidad de siembra de los camarones varió entre 5, 8 y 11 individuos por metro cuadrado para los estanques A, B y C, respectivamente, mientras que la densidad de tilapia se mantuvo constante en 0.1 pez por metro cuadrado en todos los tratamientos. Los estanques seminaturales utilizados tenían superficies de 1620, 676 y 424 m². El crecimiento se controló mensualmente, seleccionando muestras homogéneas de 150 camarones y 20 tilapias por tratamiento. Se emplearon análisis de varianza y pruebas de Tukey para identificar diferencias significativas en el crecimiento. Además, se monitorearon las propiedades fisicoquímicas del agua de forma semanal. Al término del experimento, se observó que la densidad de siembra tenía un impacto proporcional en el crecimiento de las especies, siendo mayor en la densidad de 11.1 organismos/m²: los camarones

alcanzaron un promedio de 158.313 mm y 49.947 g, y las tilapias 276.75 mm y 402.2 g. Las tasas de conversión alimenticia registradas fueron de 1.10 para 5.1 organismos/m², 1.15 para 8.1 organismos/m² y 1.19 para 11.1 organismos/m². Las condiciones fisicoquímicas del agua se mantuvieron constantes y dentro de los parámetros óptimos para el crecimiento de ambas especies en todos los estanques. (11).

En 2016, se investigó la eficacia productiva y las condiciones del entorno de cultivo del camarón gigante de Malasia (*M. rosenbergii*) utilizando sistemas tradicionales comparados con sistemas que incorporan la tecnología de biofloc (BFT), ambos con y sin la adición de sustratos artificiales como mallas de polietileno para soportar la cría intensiva. El diseño experimental abarcó cuatro modalidades replicadas tres veces: el sistema tradicional sin sustrato (ST), el sistema tradicional con sustrato (ST/S), el sistema de biofloc sin sustrato (BFT) y el sistema de biofloc con sustrato (BFT/S). Se establecieron 12 tanques de 800 litros cada uno, sembrando camarones a una densidad de 41 individuos por metro cuadrado, con un peso inicial promedio de 4,13 gramos, durante un periodo de cultivo de 64 días. Los resultados del experimento indicaron que los camarones crecieron más en los sistemas tradicionales, tanto con sustrato ($11,61 \pm 0,88$ gramos) como sin él ($11,43 \pm 0,18$ gramos). En cuanto a la supervivencia, esta fue mejorada significativamente con la incorporación de sustratos en el sistema BFT, registrándose la más alta en el tratamiento BFT con sustrato ($96,75 \pm 3,73\%$). Esto sugiere que tanto los sustratos como la tecnología de biofloc son factores positivos en la cría de camarones en alta densidad (12).

En 2016 se llevó a cabo un análisis cuyo propósito era examinar cómo la densidad de siembra impacta en el desarrollo y la tasa de supervivencia del camarón *L. vannamei* a lo largo de tres periodos productivos de diez días cada uno. Se examinaron 7,56 millones de post-larvas en la fase PL-12, con un peso medio inicial de 3,13 mg, con un margen de error de 0,16 mg. Estas post-larvas se distribuyeron equitativamente en tres tanques para cada uno de los ciclos productivos. Se plantaron densidades de 20, 30 y 40 post-larvas por litro. Para el seguimiento del crecimiento se aplicaron mediciones diarias de peso (método gravimétrico) y de población (método volumétrico), a partir de las cuales se calculó la supervivencia. Se alimentaron con un pienso con 45% de contenido proteico, iniciando con una proporción del 25% de la biomasa total, reduciéndose diariamente en 1%, repartido en 12 tomas. Al concluir el estudio, las post-larvas mostraron un peso medio de 27,00 mg, 21,33 mg y 17,67 mg para las densidades de 20, 30 y 40 PL/L, respectivamente, mostrando diferencias estadísticamente significativas en el peso ($p < 0,05$). La supervivencia media para las densidades de 20 PL/L y 30 PL/L fue del 96,98% y 96,15%, respectivamente, sin diferencias estadísticas importantes entre ellas ($p > 0,05$), pero ambas fueron superiores a la supervivencia del 92,63% registrada a 40 PL/L ($p < 0,05$). Los índices de conversión alimenticia se elevaron en concordancia con la densidad de siembra, registrándose índices de 0,50; 0,69 y 0,80 para 20, 30 y 40 PL/L respectivamente. Estos índices disminuyeron a medida que aumentaba el peso medio de las post-larvas. La temperatura del agua se mantuvo en promedio a 30,17 °C durante la mañana y 33,23 °C por la tarde, mientras que el nivel de oxígeno disuelto bajó con el incremento de la densidad de siembra, con promedios de 5,13 ppm

para 20 PL/L, 4,71 ppm para 30 PL/L y 4,58 ppm para 40 PL/L. La conclusión del estudio fue que tanto el crecimiento como la supervivencia se ven afectados negativamente por un incremento en la densidad de siembra (13).

En 2014, investigadores llevaron a cabo un estudio para determinar la densidad óptima para el crecimiento y aumento de peso de post-larvas del camarón de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii*, confinadas en tanques de concreto por un periodo de 62 días. El experimento probó cuatro diferentes densidades de siembra, equivalentes a 25, 50, 100 y 150 organismos por cada 1.44 metros cuadrados, utilizando un diseño experimental completamente aleatorio con cuatro tratamientos y ocho repeticiones por tratamiento. Los resultados mostraron que la densidad más baja, de 25 post-larvas por 1.44 metros cuadrados, resultó en los individuos de mayor tamaño y peso. Por otro lado, la mayor densidad, de 150 post-larvas por 1.44 metros cuadrados, produjo la biomasa total más alta, un fenómeno atribuido al incremento en la cantidad de camarones. Esta última densidad también mostró la mayor tasa de supervivencia. En cuanto al índice de conversión alimenticia aparente, la densidad más baja fue la más eficiente, logrando los mejores resultados en términos de peso y tamaño de los camarones (14).

En 2014 se llevó a cabo un estudio para examinar cómo la densidad de siembra influía en el crecimiento de tres especies en cultivo conjunto: el camarón *Macrobrachium inca*, el pez *Dormitator latifrons* conocido como "pocoche" y la tilapia híbrida resultante del cruce entre *Oreochromis niloticus* y *Oreochromis aureus*. Se empleó un Diseño Experimental de Estímulo Creciente sin repeticiones, con un control (4,5 organismos/m²) y tres tratamientos de densidades crecientes (5,5 organismos/m² para E2, 6,5

organismos/m² para E3 y 7 organismos/m² para E4). La densidad de siembra de camarón varió entre 3, 4, y 5 organismos/m² para cada tratamiento respectivamente, mientras que se fijó la densidad de pocoche en 0,5 peces/m² y la de tilapia híbrida en 1 pez/m² en todos los tratamientos. Para evaluar el crecimiento, se realizó un seguimiento biométrico mensual extrayendo muestras representativas de cada especie por tratamiento. Se aplicaron análisis de varianza y la prueba de Duncan para detectar diferencias significativas de crecimiento. También se monitorearon los parámetros físico-químicos del agua de forma mensual. Los resultados demostraron que tanto *M. inca* como *D. latifrons* se beneficiaron de un aumento en la densidad de siembra hasta 6,5 organismos/m², alcanzando tamaños de 83,33 mm con 16,12 g y 206,80 mm con 149,94 g respectivamente. Por otro lado, el crecimiento de la tilapia híbrida no se vio significativamente afectado por la densidad de siembra, aunque los mejores resultados se observaron en la menor densidad total de 4,5 organismos/m², donde los peces alcanzaron 220,10 mm de longitud y un peso de 230,97 g (15).

En 2013 se llevó a cabo un análisis para medir la tasa de mortalidad en cultivos de la especie de camarón gigante de agua dulce, conocida científicamente como *Macrobrachium rosenbergii*. Se utilizó un lote de 1000 post larvas con un peso medio de 0.2 gramos y una longitud promedio de 2 cm, distribuidas en un estanque de suelo natural con 200 m² de superficie acuática, aplicando una densidad de 5 ind./m². Durante el primer mes, se proveyó a las larvas un alimento extrusado con un contenido de proteína bruta del 35%, y más adelante se continuó con un alimento que contenía un 32% de proteína bruta hasta el término del periodo de estudio. La frecuencia de la

alimentación fue establecida en tres veces al día durante los primeros dos meses y luego se redujo a dos veces por día en los siguientes dos meses. La proporción de la alimentación fluctuó entre el 13% y el 3.5%. Las mediciones biométricas se realizaron cada diez días. Los parámetros limnológicos que se midieron incluyeron temperatura, transparencia, oxígeno disuelto, pH, dióxido de carbono y dureza, y se tomaron registros de estos cada quince días. Se aplicaron diversos índices para evaluar el crecimiento, incluyendo la ganancia de peso (GP), ganancia de longitud (GL), Índice de conversión alimenticia (ICAA), la Tasa de crecimiento específico (TCE) y la supervivencia (S). Los camarones mostraron una ganancia en peso de 27.24 g y en longitud de 12.37 cm al final del estudio. La ganancia promedio diaria de peso fue de 0.23 g. y la de longitud de 0.12 cm, el ICAA se situó en 3.30, la TCE en 3.59%, y la tasa de supervivencia alcanzó un 95% con un índice de mortalidad del 5%. Los hallazgos del estudio indicaron que las fluctuaciones en los parámetros fisicoquímicos del agua no tuvieron un impacto adverso significativo en el crecimiento y supervivencia de los camarones (16).

En 2013 se efectuó un estudio para examinar cómo afectan distintas densidades de siembra al desarrollo de juveniles del camarón de río *Macrobrachium amazonicum* en condiciones controladas de acuario, buscando establecer la densidad óptima para su cultivo. Se adoptó un enfoque de diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones por tratamiento y la prueba de Tukey como post análisis para determinar diferencias significativas entre los tratamientos. Se definieron tres niveles de densidad: T1 = 9 ind./40L, T2 = 12 ind./40L, y T3 = 15 ind./40L. Los camarones fueron alimentados dos veces al día al 5% de su biomasa con alimento

comercial en escamas. Se realizaron mediciones cada cinco días, registrando variables como la longitud del cefalotórax, longitud del abdomen, longitud total, diámetro corporal y peso. Los resultados del estudio indicaron que el tratamiento T1 (9 ind./40L) tuvo una tasa de supervivencia significativamente mayor (80%) comparado con los tratamientos T2 y T3, que obtuvieron una supervivencia del 73%. Las densidades de nueve (T1) y doce (T2) individuos por acuario ejercieron una influencia positiva en el crecimiento de los camarones. Los parámetros de calidad de agua, incluyendo temperatura, dióxido de carbono y amoníaco, se mantuvieron en niveles adecuados a lo largo del experimento, sin afectar negativamente el desarrollo de los camarones. La investigación concluye que los resultados en cuanto a peso y longitud de *M. amazonicum* apoyan la viabilidad de su producción en un ambiente de cultivo (17).

En el año 2007, se ejecutó una investigación con el fin de valorar tanto el desarrollo como la tasa de supervivencia del camarón *Macrobrachium rosenbergii* empleando dos niveles distintos de densidades de cultivo (identificadas como D1 y D2) y dos proporciones diferentes de aumento de sustratos (identificados como S1 y S2), en un sistema de cultivo compartido con la tilapia roja *Oreochromis niloticus*. El enfoque metodológico adoptado fue un diseño factorial 2x2, donde se inspeccionaron cuatro posibles combinaciones de tratamientos, aplicando dos variantes para cada uno de los dos factores, con triplicación en cada caso. Los datos recabados sobre la talla, peso, supervivencia y biomasa total de las especies fueron sometidos a análisis estadísticos mediante el programa Statgraphic versión 7.0, con un nivel de confianza del 95% ($p < 0.05$). Al concluir los 80 días de cultivo, se

percibió que el tratamiento T3 (D2S1) consiguió el mayor avance en peso (7.05 ± 2.13 g) y los índices más altos de supervivencia (97.5%) en los camarones gigantes de Malasia. Los dos grados de incorporación de sustratos demostraron ser igualmente beneficiosos para el crecimiento del camarón, y se notó una correspondencia inversa entre la cantidad de sustrato y la supervivencia. La dimensión del crecimiento de la tilapia resultó ser influenciada por la combinación de los elementos densidad y sustrato, destacándose que los tratamientos T2 (D1S2) y T3 (D2S1) alcanzaron tamaños significativamente superiores; sin embargo, el peso de la tilapia estuvo únicamente condicionado por la variable sustrato, presentando una correlación directa. No se detectaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en los porcentajes de supervivencia. Se observó una vinculación directa entre el incremento en la densidad de siembra y la biomasa final del camarón, con el nivel D2 sobresaliendo significativamente sobre D1. Específicamente, el tratamiento T3 obtuvo una biomasa considerablemente más alta ($690.1 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en comparación con T2 ($420.9 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) y T1 ($387.1 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), mientras que no se evidenciaron diferencias notables entre T3 y T4 ($p > 0.05$). Para la tilapia, el aumento del sustrato se tradujo en un incremento proporcional de la biomasa, siendo el nivel S2 notablemente superior al S1. La biomasa lograda en el tratamiento T2 ($629.7 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) fue significativamente superior a la de T1 ($453.4 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Según el análisis de producción, los tratamientos T2 y T3 exhibieron los valores más destacados, y la proyección del análisis indicó que el sistema de policultivo de camarón con tilapia, sumado a la adición de sustrato, constituye una alternativa prometedora para optimizar los rendimientos y beneficios económicos (18).

En el año 2002, se llevó a cabo un proyecto de cultivo en 10 estanques de arroz donde se sembraron camarones en una densidad que variaba entre 15,000 y 60,000 individuos·ha⁻¹, resultando en cosechas que oscilaron de 95 a 1,300 Kg · ha⁻¹, en un ciclo de cultivo de duración comprendida entre seis y ocho meses (19).

En 2002 se realizó una práctica acuícola en la que se criaron post larvas de camarón en estanques con dimensiones de 2 a 6 hectáreas de superficie (identificados como estanque I, II, III y IV), usando densidades variables de 14,000, 25,000, 40,000 y 60,000 camarones·ha⁻¹. La alimentación se administró en una proporción del 10% de la biomasa total de los camarones, complementada con cambios regulares de agua a lo largo de un periodo de cultivo de 8 meses. Como resultado, se lograron cosechas de 320, 480, 630 y 510 kilogramos por hectárea para los estanques I, II, III y IV, respectivamente, con tasas de supervivencia que oscilaron entre el 42% y el 23%. De acuerdo con los investigadores, la densidad de siembra influyó significativamente en la estructura poblacional, morfotipos, proporción de sexos y peso promedio de los camarones en cultivo (20).

En el año 2001 se llevó a cabo un estudio para valorar el impacto de cinco distintas densidades de siembra sobre la fase de crecimiento del camarón *Malasio (Macrobrachium rosenbergii)*. Los grupos estudiados incluyeron un testigo (T0) con una densidad de 5 camarones/m² y cuatro tratamientos adicionales con densidades de 4 (T1), 6 (T2), 7 (T3) y 7.5 (T4) camarones/m². Al concluir el estudio, se observó que el tratamiento T1 sobresalía significativamente en cuanto a ganancia de peso, con un registro de 37.81 g, en contraste con 34.55 g para T0, 31.60 g para T2, 30.95 g para T3 y 33.32 g

para T4. En términos de crecimiento en longitud, el tratamiento T1 también se destacó con un aumento de 10.86 cm, comparado con 9.97 cm para T0, 8.80 cm para T2, 8.42 cm para T3 y 8.84 cm para T4, evidenciando así que el tratamiento T1 era superior a los demás en cuanto a promoción del crecimiento (21).

En el año 2000 se investigó la influencia de tres variables en el cultivo de camarones: el volumen de agua, la frecuencia de renovación del agua y la extensión del fondo de los estanques. Los resultados indicaron que es posible lograr altas velocidades de crecimiento en los camarones aun con bajas frecuencias de cambio de agua, siempre y cuando se aumente el área del fondo del estanque. Este fenómeno podría atribuirse a varios factores, como la reducción del gasto energético en comportamientos de competencia entre camarones y el aporte de una fuente adicional de alimento natural derivado del perifiton que se desarrolla en el sustrato (22).

En el año 2000 se realizó un cultivo de camarón de la especie *Macrobrachium rosenbergii* a una densidad de 74,000 individuos·ha⁻¹, incorporando un 40% y un 80% de sustrato en monocultivo. Se observó una correlación positiva entre la cantidad de sustrato agregado y la biomasa total obtenida, así como una relación negativa entre la cantidad de sustrato y la tasa de conversión alimenticia. La razón de esto radica en que el sustrato en el estanque no solo aumentó el área disponible para el movimiento de los camarones, sino que también proporcionó un hábitat para el crecimiento de fuentes de alimento natural que fueron aprovechadas por los camarones (23).

1.2 Bases Teóricas

1.2.1 Generalidades sobre el camarón *Macrobrachium rosenbergii*

a) **Clasificación taxonómica**

La clasificación taxonómica del camarón es como sigue:

Reino : Animalia

Phyllum : Artropoda

Sub Phyllum : Crustácea

Orden : Decápoda

Familia : Palaemonidae

Género : *Macrobrachium*

Especie : *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) (24)

b) **Características biológicas del género *Macrobrachium***

Los camarones del género *Macrobrachium* habitan principalmente en aguas dulces, aunque ciertas especies incursionan esporádica o regularmente en las aguas ligeramente saladas de lagunas y estuarios. Estos camarones se distribuyen en ambientes de agua fluente como ríos, arroyos y manantiales, y también se localizan en aguas estancadas o con poco movimiento como lagos, estanques y pantanos. La mayoría son organismos de fondo (bentónicos) en su etapa adulta, habitando sobre sustratos diversos que incluyen rocas, arena, lodo, grava con conchas o una combinación de estos, excepto durante sus fases larvarias. Algunas especies viven en arrecifes de coral y unas pocas establecen relaciones de comensalismo con esponjas u otros

invertebrados. Durante su etapa larval, estas especies pueden tolerar un rango amplio hasta bajas variaciones de salinidad (1).

Durante su ciclo de vida, realizan desplazamientos migratorios hacia áreas próximas a los estuarios para su reproducción y puesta de huevos. Una vez que alcanzan la madurez, se desplazan aguas abajo hacia regiones de salinidad media, especialmente durante la temporada de lluvias. Comparativamente, producen una cantidad menor de huevos en relación con otros decápodos, ya que las hembras de *Macrobrachium* portan y custodian sus huevos hasta que estos eclosionan (1).

Las larvas completan su etapa larval en zonas de aguas salobres y continúan en estos entornos hasta alcanzar las fases juveniles y de adultos jóvenes. A medida que incrementan en tamaño y la salinidad se eleva, se mueven río arriba en busca de agua dulce, retornando así a sus hábitats naturales (1).

c) Distribución

Las variedades de camarones dulceacuícolas del género *Macrobrachium* se encuentran en todas las regiones tropicales y subtropicales del planeta. Se ha identificado que hay más de cien especies, y aproximadamente un 25% de ellas habitan en América. Varias investigaciones han indicado que la mayoría de estos camarones de agua dulce son originarios de las zonas tropicales del sureste asiático, destacando a *Macrobrachium rosenbergii* como la especie más relevante (25,26,27,28). De acuerdo con New (1980), esta especie está presente en la mayoría de las regiones tropicales y subtropicales a nivel

mundial y particularmente en las proximidades de las costas atlánticas y pacíficas de América del Sur y Central (25); Por otra parte, D'Abramo *et al.* (2003) indicaron que esta especie es originaria de la región tropical del Indo-Pacífico (24).

1.3 Definición de términos básicos

- **Acuicultura:** La acuicultura es la crianza de especies acuáticas en ambientes continentales o marinos, que conlleva la intervención activa en el proceso de crecimiento para aumentar el rendimiento, y también incluye la propiedad privada o corporativa del stock en cultivo (29).
- **Corral:** Un corral es una estructura de malla o red anclada al sustrato a manera de cercas, diseñada para permitir el intercambio natural de agua. El piso de esta estructura corresponde al fondo original del cuerpo de agua donde se instala. Estos cercos suelen abarcar un amplio volumen de agua (29).
- **Crustáceo:** Es un animal acuático invertebrado del filo Arthropoda distinguido por tener un exoesqueleto de quitina y extremidades segmentadas y articuladas. Estos organismos se encuentran tanto en hábitats marinos y de agua dulce, así como en ambientes terrestres (29).
- **Densidad:** a) *de población*, se refiere a la cantidad de individuos u otras entidades contabilizadas por metro cuadrado, expresada en número por metro cuadrado (N°/m^2). b) *de una sustancia*, corresponde al peso,

medido en kilogramos, de un mililitro de un material o sustancia; se expresa comúnmente en kilogramos por metro cúbico (Kg/m^3) (29).

- **Dieta:** Alimento para animales; se refiere a cualquier sustancia o combinación de sustancias, incluida el agua, que se proporciona (suministra) para el consumo de los animales (29).
- **Postlarva:** En los crustáceos, el término "postlarva" describe la etapa que sigue a la transformación de la larva zoea en un individuo juvenil. En los camarones del tipo penaeidos, es común medir la edad en días contando a partir del momento en que adquieren las características distintivas de la postlarva. Por ejemplo, "PL12" significa que han pasado 12 días desde que la postlarva completó su metamorfosis desde la fase de zoea (29).
- **Unidades Experimentales:** El término se refiere al entorno designado para colocar los sujetos de estudio, es decir, la ubicación específica donde se administrarán los tratamientos. Este espacio también es la zona donde se observarán y medirán las respuestas de los sujetos frente a la aplicación de dichos tratamientos (30).

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1 Formulación de la hipótesis

Al menos una de las tres densidades de cultivo tiene efecto significativo sobre el desempeño productivo del “camarón gigante” *Macrobrachium rosenbergii* cultivados en corrales.

2.2 Variables y su operacionalización

Las variables de respuesta en cada uno de los muestreos fueron:

a. *Variable Independiente*

- Densidad de cultivo

b. *Variable Dependiente*

- Parámetros productivos: Crecimiento en peso (g), Crecimiento en longitud (cm), Índice de conversión (%), Tasa de crecimiento específico (%), factor de condición (%) y Supervivencia (%).

En la **Tabla 1** se detallan la operacionalización de ambas variables evaluadas.

Tabla 1. Operacionalización de las variables de estudio.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Independiente: Densidad de cultivo	Es la cantidad de individuos por unidad de superficie	Se define como la cantidad de camarones, criados por unidad de superficie en un corral acuícola. Se expresa como el número de individuos por metro cuadrado (ind./m ²)	Densidad de cultivo	org./m ²
Dependiente: Desempeños productivos	Parámetros que se utilizan para evaluar el desempeño productivo de los organismos en cultivo.	Esta variable considera el incremento en tamaño y biomasa de los organismos experimentales	Ganancia en peso Ganancia en talla ICAA TCE K Supervivencia	g cm % % % %

CAPÍTULO III: METODOLOGIA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

El tipo de investigación fue experimental de nivel descriptivo. Asimismo, el diseño de la investigación fue experimental, porque considera la manipulación de las variables experimentales en condiciones rigurosamente controlada.

En el experimento se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA), consistiendo en 3 tratamientos distintos, cada uno con 3 repeticiones, resultando en un arreglo factorial 3x3. Esto dio lugar a 9 unidades experimentales en total. Los tratamientos específicos están descritos en la Tabla 2.

Tabla 2. Designación de los tratamientos con sus respectivas repeticiones.

Tratamientos	Densidad	Repeticiones	%PB del Alimento
T1	5 PL/m ²	3	35% PB
T2	7 PL/m ²	3	
T3	9 PL/m ²	3	

3.2 Diseño Muestral

3.2.1 Población

La población estuvo conformada por 945 post larvas de camarón, las mismas que fueron distribuidas en sus respectivas unidades experimentales (corrales).

3.2.2 Muestra

Para efectos de recopilación de la información se tomaron muestras del 30% de los ejemplares de cada una de las unidades experimentales, siendo el mínimo recomendado para no caer en la categoría de muestra pequeña (31).

3.3 Procedimiento de Recolección de Datos

3.3.1 Área de estudio

Este proyecto se llevó a cabo en el Fundo "Sebastián", situado en la posición geográfica 5°57'36.8" S y 76°14'44.8" W, específicamente en el kilómetro 24 de la vía que conecta Yurimaguas con Tarapoto, en dirección al pequeño poblado de Micaela Bastidas, en el distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas y la región de Loreto.

3.3.2 Obtención del material biológico

Las post larvas del camarón *M. rosenbergii*, con un peso medio de 1.45 gramos y una longitud promedio de 4.20 centímetros, fueron obtenidas de la Empresa Camaronera "San Jorge", ubicada en el distrito de Morales, provincia y región de San Martín.

3.3.3 Instalación de las unidades experimentales

Se instalaron unidades experimentales o corrales en un estanque de tierra de 600 metros cuadrados. Dichos corrales se construyeron utilizando malla plástica con aberturas de 2 milímetros. Cada unidad experimental tenía una forma rectangular, con dimensiones de 5 metros de largo por 3 metros de ancho, abarcando un área total de 15 metros cuadrados. La asignación de los

diferentes tratamientos a las unidades experimentales se realizó de manera aleatoria (Tabla 3).

Tabla 3. Distribución de las unidades experimentales con sus respectivos tratamientos y repeticiones.

T1r1(D1 = 5pl/m²) N = 75 post-larvas	T1r3(D1 = 5pl/m²) N= 75 post-larvas	T2r3(D2 = 7pl/m²) N = 105 post-larvas
T1r2(D1 = 5pl/m²) N = 75 post-larvas	T2r1(D2 = 7pl/m²) N = 105 post-larvas	T3r2(D3 = 9pl/m²) N = 135 post-larvas
T3r1(D3 = 9pl/m²) N = 135 post-larvas	T2r2(D2 = 7pl/m²) N = 105 post-larvas	T3r3(D3 = 9pl/m²) N = 135 post-larvas

3.3.4 Ración alimenticia

Para esta investigación, se fabricó un alimento peletizado con un contenido de 35% de proteína cruda. Los componentes usados en la elaboración de este alimento se detallan en la Tabla 4. El alimento fabricado se guardó en bolsas de polietileno para protegerlo contra la humedad y se almacenó a temperatura ambiente. Posteriormente, el alimento fue distribuido en vasos de plástico debidamente etiquetados, asignados a cada unidad experimental. Al concluir el período de estudio, se realizó un análisis bromatológico del alimento para determinar su contenido proteico real (Foto 7), que fue el que se utilizó para alimentar a los camarones.

Tabla 4. Composición porcentual de la ración alimenticia.

Insumos	Porcentaje (%)
Harina de pescado	30.49
Torta de soja	30.49
Harina de trigo	18.30
Polvillo de arroz	9.15
Harina de maíz	9.15
Vitamina C	0.10
Carbonato de calcio	0.90

Fosfato dicálcico	0.50
Premezcla	0.50
Alginato	0.40
Antioxidante (DHT)	0.02
Total	100.00
Proteína Bruta	35.00

Tabla 5. Composición de los ingredientes utilizados para la ración alimenticia de los camarones.

INGREDIENTES	PROTEINA %	FIBRA %	LIPIDO %	CHO %
Harina de pescado	54	0.7	8.7	3.5
Torta de soja	45	5.5	1.4	35.4
Harina de trigo	12.7	1.3	1.8	71.9
Polvillo de arroz	12.5	12.7	11.5	52.4
Harina de maíz	7.9	1.7	3.7	67.9

3.3.5 Alimentación

En este experimento se emplearon post larvas del camarón *Macrobrachium rosenbergii*. Se introdujo en cada corral una cantidad específica de post larvas, todas con pesos y longitudes promedio iniciales uniformes. Estos organismos fueron aclimatados a las condiciones experimentales durante un periodo de tres días antes de iniciar el tratamiento propiamente dicho.

El alimento fue distribuido con una frecuencia alimenticia de 2 veces al día (7:00 y 17:00 horas) y a tasas de alimentación de 10%, 8% y 4% en el primer, el segundo y el tercer mes, respectivamente.

3.3.6 Evaluación biométrica

Para establecer el progreso en masa corporal (en gramos) y tamaño (en centímetros) de los camarones, se llevaron a cabo controles morfométricos quincenales. La evaluación biométrica inicial se realizó antes de su colocación

en los corrales, recopilándose datos sobre el peso y la longitud totales. Se empleó una balanza digital con una exactitud de 0,01 gramos para pesar los camarones, mientras que la medición de su longitud, que abarca desde la punta del rostrum hasta el final del telson, se hizo con una regla milimetrado. Durante cada sesión de muestreo, se examinaron los corrales con el fin de contabilizar ejemplares muertos, lo cual permitió calcular el porcentaje de supervivencia correspondiente a cada tratamiento al concluir el período de cultivo.

3.3.7 Evaluación de la calidad de agua

Los factores fisicoquímicos del agua fueron medidos semanalmente. Los parámetros evaluados fueron los siguientes: temperatura (°C), oxígeno disuelto (OD), pH, dióxido de carbono (CO₂), Nitritos (NO₂) y Amonio (NH₄). La temperatura y el pH fueron medidos con el multiparámetro 4 en 1 de la marca Waterproof, mientras que el oxígeno, el dióxido de carbono, nitrito y amonio fueron medidos con el Kit de análisis de agua de la marca API.

3.3.8 Crecimiento y parámetros productivos

Para evaluar la efectividad de las dietas experimentales, se analizaron las mediciones de talla y peso tomando en cuenta los siguientes indicadores:

- **Ganancia de Peso.** Corresponde al peso adicional que el camarón adquiere durante el experimento. Se determina con la fórmula:

$$\mathbf{GP} = \text{Peso promedio final} - \text{Peso promedio inicial}$$

- **Ganancia de Longitud.** Se refiere al incremento de tamaño del camarón a lo largo del experimento. Se obtiene utilizando la fórmula:

GL = Longitud promedio final – Longitud promedio inicial

- **Tasa de Crecimiento Específico.** es una medida de la velocidad de crecimiento del camarón en un periodo específico. Se calcula con la fórmula:

$$TCE (\%) = 100 \cdot (LnWf - LnWi) / t$$

donde:

Ln representa el logaritmo natural.

Wf es el peso al final del periodo de cultivo

Wi es el peso al comienzo del periodo de cultivo

t representa al número total de días que duró el experimento

- **Factor de Conversión de Alimento.** Este parámetro mide la eficiencia con la que el alimento suministrado es convertido en biomasa por los camarones. Se calcula con la fórmula:

$$FCA = Q/GP$$

Donde:

Q representa la cantidad total de alimento que se ha dado a los camarones durante el periodo del experimento

GP es el incremento en peso de los camarones entre el inicio y el final del experimento

- **Factor de Condición.** es un índice biológico que refleja la relación entre la condición física de un organismo y el ambiente en el que vive, si están encontrando suficiente alimento. Se calcula utilizando la fórmula:

$$K = W/L^b \cdot 100$$

Donde:

W es el peso total del organismo (en gramos).

L es la longitud del organismo (en centímetros)

b es el exponente de la longitud que normalmente está cerca de 3 para peces en una relación longitud-peso cúbica, pero puede variar según la especie y el tipo de organismo

K es el Factor de Condición, que no tiene unidades.

- **Supervivencia.** Se refiere a la proporción de organismos que permanecen vivos al final de un período de cultivo en comparación con el número inicial de organismos que se sembraron. Esta medida es crucial en la acuicultura y la investigación de poblaciones para evaluar la viabilidad y el éxito del proceso de cultivo. El cálculo del porcentaje de supervivencia se realiza a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Supervivencia (\%)} = 100 \cdot N_t / N_0$$

Donde:

N_t es el número de organismos vivos al final del período de cultivo.

N₀ es el número inicial de organismos que se introdujeron al comienzo del período de cultivo.

3.4 Procesamiento y Análisis de Datos

Los resultados se organizaron en tablas mediante el uso de Microsoft Excel 2019. Posteriormente, se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) mediante el software estadístico MiniTab versión 19 para determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Además,

para realizar comparaciones detalladas entre los grupos, se utilizó la prueba de Tukey para la inferencia estadística de los datos.

3.5 Aspectos Éticos

Esta investigación se desarrolló cumpliendo con las normativas y protocolos de seguridad establecidos, manteniendo una conducta respetuosa hacia el medio ambiente durante todo el proceso. Además, se observaron rigurosamente los derechos de autor al citar las fuentes bibliográficas y cualquier otro recurso de información primaria y secundaria utilizado.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Crecimiento del camarón *Macrobrachium rosenbergii*

Al comienzo del estudio se llevó a cabo una evaluación comparativa de los tres enfoques experimentales mediante un Análisis de Varianza (ANOVA) para verificar la uniformidad de las post larvas de *Macrobrachium rosenbergii*, no observándose diferencias estadísticamente significativas en cuanto a tamaño y masa entre los distintos grupos experimentales (Anexo: Tabla 11 y 13).

De igual manera, al concluir el experimento, se efectuó un Análisis de Varianza (ANOVA) en relación con la longitud y el peso para evaluar el efecto de las tres diferentes densidades de cultivo utilizadas: T1: 5 PL/m²; T2: 7 PL/m² y T3: 9 PL/m², en el desarrollo de las post larvas de camarón. Se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (véase Anexo: Tabla 12 y 14). Los valores promedios de longitud y peso de los camarones a lo largo del experimento se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Valores promedio de longitud (cm) y peso (g) de post larvas de *M. rosenbergii* cultivados bajo tres densidades durante 90 días.

Periodo de cultivo (días)	Parámetros	Tratamientos		
		T1 (5 PL/m ²)	T2 (7 PL/m ²)	T3 (9 PL/m ²)
0	Longitud (cm)	4.20	4.20	4.20
	Peso (g)	1.46	1.45	1.44
15	Longitud (cm)	4.80	4.67	4.55
	Peso (g)	2.93	2.45	2.35
30	Longitud (cm)	5.80	5.50	5.33
	Peso (g)	5.20	4.68	4.48
45	Longitud (cm)	6.65	6.25	6.07
	Peso (g)	7.35	6.55	6.30
60	Longitud (cm)	7.85	7.40	7.13
	Peso (g)	11.45	10.15	9.78
75	Longitud (cm)	8.80	8.33	8.07
	Peso (g)	15.77	14.35	13.92

90	Longitud (cm)	9.85	9.40	9.28
	Peso (g)	21.35	19.93	19.78

Leyenda: PL= post-larvas

Crecimiento en longitud (cm)

Al comienzo del estudio, las medidas de tamaño de las post larvas eran uniformes, sin mostrar diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) entre los distintos tratamientos aplicados. No obstante, al término del período de prueba, se observó una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) en el crecimiento en tamaño entre los grupos, siendo los camarones del grupo T1 los que mostraron un mayor crecimiento en comparación con los grupos T2 y T3. Debido a que se detectaron diferencias significativas entre los grupos, se llevó a cabo un análisis posterior mediante la prueba de Tukey (ver Tabla 7), resultando en la siguiente agrupación de los tratamientos:

Tabla 7. Agrupación de los tratamientos según talla utilizando el método de Tukey.

Tratamientos	N	Media	Agrupación
T1	3	9.8500	A
T2	3	9.4000	B
T3	3	9.2833	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

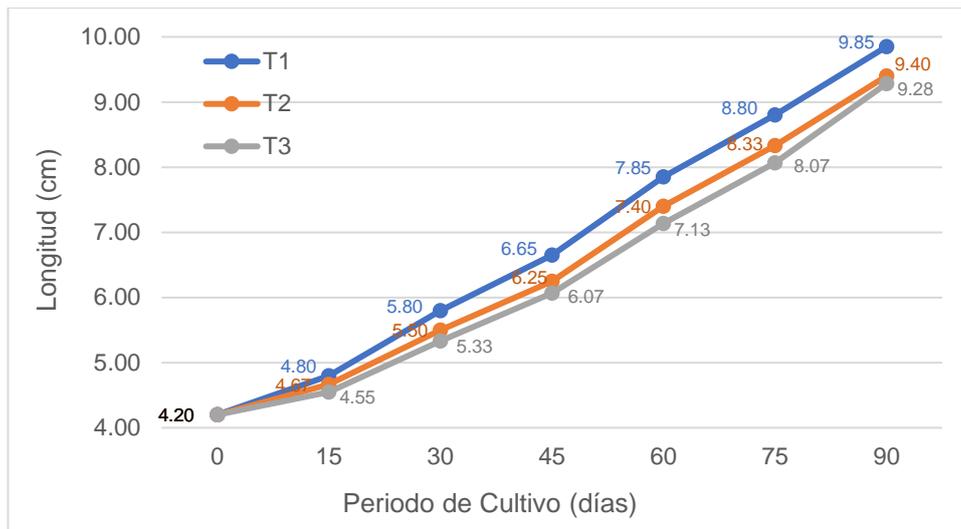


Gráfico 1. Curva de crecimiento en longitud (cm) de camarón, *Macrobrachium rosenbergii*, cultivados bajo tres densidades durante 90 días.

El Gráfico 1 ilustra la trayectoria del crecimiento en longitud de los camarones sometidos al experimento. Al finalizar los 90 días de estudio, se registró un crecimiento longitudinal más pronunciado en los camarones correspondientes al Tratamiento T1, alcanzando en promedio una longitud final de 9.85 cm. Esta longitud es mayor que la registrada en los camarones de los Tratamientos T2 y T3, cuyas longitudes promedio finales fueron de 9.40 y 9.28 cm respectivamente.

Crecimiento en peso (g)

En el comienzo del estudio, el peso promedio de los camarones se mantuvo uniforme, sin diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los distintos tratamientos. Sin embargo, al concluir el experimento, se detectaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en el crecimiento en peso de los camarones, siendo el crecimiento en los camarones del tratamiento T1 más favorable. La significancia encontrada entre los tratamientos condujo a la aplicación de la

prueba de Tukey (ver Tabla 8), resultando en la siguiente clasificación por grupos de los tratamientos:

Tabla 8. Agrupación de los tratamientos según peso utilizando el método de Tukey.

Tratamientos	N	Media	Agrupación
T1	3	21.3500	A
T2	3	19.9333	B
T3	3	19.7833	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

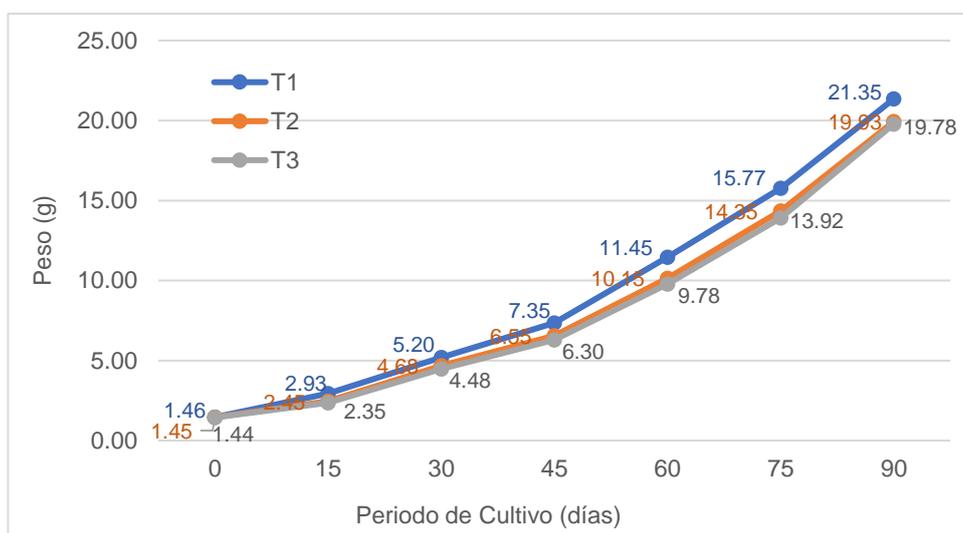


Gráfico 2. Curva de crecimiento en peso (g) del camarón, *Macrobrachium rosenbergii*, cultivado bajo tres densidades durante 90 días.

El Gráfico 2 ilustra la tendencia de aumento en masa de los camarones sometidos a los tres tratamientos experimentales, desde el comienzo hasta la conclusión del estudio. A lo largo de los 90 días que duró la investigación, se aprecia un incremento exponencial en el peso de los especímenes.

4.2 Parámetros productivos

La Tabla 8 presenta los resultados de productividad del *Macrobrachium rosenbergii*, criados en tres diferentes densidades de población durante un periodo de 90 días. Los datos reflejan que los camarones del tratamiento T1 mostraron un rendimiento productivo superior, en contraste con los camarones de los tratamientos T2 y T3, los cuales exhibieron valores más bajos en los parámetros de productividad evaluados.

Tabla 9. Valores promedio de los parámetros productivos de *Macrobrachium rosenbergii* cultivados bajo tres densidades durante 90 días.

Parámetros	Tratamientos		
	T1 (5 PL/m ²)	T2 (7 PL/m ²)	T3 (9 PL/m ²)
GP	17.15 ± 0.13 ^a	15.73 ± 0.03 ^b	15.58 ± 0.03 ^b
GL	5.65 ± 0.13 ^a	5.20 ± 0.05 ^b	5.08 ± 0.08 ^b
TCE	2.98 ± 0.01 ^a	2.91 ± 0.01 ^b	2.91 ± 0.01 ^b
FCA	2.92 ± 0.01 ^a	3.00 ± 0.00 ^b	3.11 ± 0.00 ^c
K	1.08 ± 0.09 ^a	0.86 ± 0.09 ^b	0.83 ± 0.09 ^c
S	96.44 ± 2.04 ^a	93.65 ± 2.40 ^a	92.59 ± 2.96 ^a

Leyenda: GP= ganancia de peso; GL= ganancia de longitud; TCE= tasa de crecimiento específico; FCA= factor de conversión de alimento; K= factor de condición y S= supervivencia.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes. Prueba de Duncan $p > 0.05$

Al concluir el estudio, se observó una diferencia significativa ($p < 0.05$) en la ganancia de peso de los camarones entre los tratamientos aplicados. Los camarones pertenecientes al tratamiento T1 evidenciaron la mayor ganancia, alcanzando un incremento promedio de 17.15 gramos. Por su parte, los camarones de los tratamientos T2 y T3 presentaron una ganancia de peso de 15.73 gramos y 15.58 gramos, respectivamente.

Del mismo modo, los camarones del tratamiento T1 evidenciaron un incremento más significativo en longitud, alcanzando un promedio de 5.65 centímetros. En contraste, los camarones de los tratamientos T2 y T3 experimentaron un aumento menor en longitud, con valores de 5.20 y 5.08 centímetros, respectivamente, estableciéndose diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre los distintos tratamientos.

Adicionalmente, los camarones pertenecientes al tratamiento T1 demostraron una tasa de crecimiento óptima, con un valor registrado de 2.98, superando las tasas de crecimiento observadas en los camarones de los tratamientos T2 y T3, los cuales mostraron tasas de crecimiento más bajas.

Similarmente, los camarones del tratamiento T1 evidenciaron el valor más favorable en el factor de conversión alimenticia, alcanzando una cifra de 2.92, aunque dicho número es considerado alto para el cultivo óptimo de esta especie.

El factor de condición refleja si los organismos se están desarrollando en condiciones ideales, con un valor de referencia de 1. Valores inferiores a 1 sugieren que los organismos están creciendo bajo condiciones de estrés. Esto indica que los camarones de los tratamientos T2 y T3 experimentaron niveles más altos de estrés en comparación con los camarones del tratamiento T1, que registró un valor cercano al ideal. En cuanto a la supervivencia, esta resultó ser comparable entre los tres tratamientos.

4.3 Calidad de agua

La Tabla 9 ilustra las fluctuaciones bisemanales de cada parámetro físico y químico evaluado. Se observó una temperatura media del agua de

27.85±0.94°C; los niveles de oxígeno disuelto presentaron un promedio de 3.54±0.23 mg/L; el pH promedio del agua en el estanque de cultivo fue de 6.15±0.15; la concentración media de dióxido de carbono se midió en 8.13±0.98 mg/L. Además, se registraron valores promedio bajos para nitritos y amonio.

Tabla 9. Parámetros físicos y químicos del agua (promedio ± desviación estándar) registrados para el *Macrobrachium rosenbergii* cultivados bajo tres densidades durante 90 días.

Parámetros	Valores Registrados
Temperatura (°C)	28.76 ± 0.94
Oxígeno disuelto (mg/L)	3.54 ± 0.23
pH	6.15 ± 0.15
Dióxido de carbono (mg/L)	8.13 ± 0.98
Nitrito (mg/L)	0.01 ± 0.02
Amonio (mg/L)	0.25 ± 0.01

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1 Crecimiento de *Macrobrachium rosenbergii*

Al concluir el experimento, los camarones exhibieron incrementos significativos en longitud y peso, con diferencias estadísticamente relevantes ($P < 0.05$) entre los distintos tratamientos aplicados.

Los resultados del estudio indicaron que las post larvas de camarón tratadas con menor densidad (T1) alcanzaron un promedio de longitud de 10.85 cm y un peso de 23.35 g al final del periodo experimental. En comparación, los grupos con densidades más altas (T2 y T3) mostraron crecimientos menores, con longitudes y pesos promedio de 10.40 cm/20.93 g y 10.05 cm/20.05 g, respectivamente. Esto sugiere que menores densidades favorecen un mejor crecimiento. Estos hallazgos superaron los resultados obtenidos por Ruíz en 2021, quien evaluó cinco diferentes densidades de siembra durante 120 días en la fase de engorde de *Macrobrachium rosenbergii*, con una dieta de 28% de proteína bruta, y reportó pesos promedios que varían desde 13.79 g en la menor densidad (T0) hasta 14.90 g, 15.72 g, 14.60 g, y 14.35 g en las densidades T1, T2, T3, y T4 respectivamente (21). Similarmente, Pinedo y Flores (2018) llevaron a cabo un estudio con postlarvas del camarón *Macrobrachium rosenbergii*, obteniendo como resultado para su mejor tratamiento un peso de 6.32 g y una longitud de 8.66 cm. Estos valores son inferiores a los logrados en la investigación actual, que son particularmente notables dado que Pinedo y Flores emplearon una densidad significativamente mayor de 40 PL/m², en comparación con las menores densidades de 5, 7 y 9 organismos por metro cuadrado usadas en este estudio (10). Por otra parte, Arana y colaboradores (2013) documentaron un

crecimiento óptimo en tamaño y peso en *M. rosenbergii* cuando se criaron en estanques semi naturales con una densidad de 5 camarones/m² y se alimentaron con una dieta que contenía 35% de proteína bruta a lo largo de 126 días. Al término del periodo de cultivo, los camarones alcanzaron una longitud y un peso promedio de 14.37 cm y 27.54 g, respectivamente (16), En el estudio actual, se alcanzó una longitud y peso promedio de 9.85 cm y 21.35 g respectivamente, con una densidad de 5 camarones/m². De manera similar, Alva (2015), aplicando la misma densidad de cultivo de 5 camarones/m², reportó valores de longitud y peso promedio de 9.5 cm y 23 g tras tres meses de cultivo, cifras que se asemejan a los resultados obtenidos en esta investigación (32). Similarmente, Valverde y Varela (2020) documentaron pesos de 39.9 g para densidades de 2.5 camarones/m² y 33.4 g para densidades de 6 camarones/m² en la especie *Macrobrachium rosenbergii* (7), los cuales fueron superiores a lo obtenido en el presente estudio.

5.2 Parámetros productivos de *Macrobrachium rosenbergii*

Con respecto a la tasa de crecimiento específico (TCE), Arana *et al.* (2013) alcanzaron un valor de 3.59, el cual es considerablemente alto en comparación con los valores obtenidos en este estudio, que oscilaron entre 2.91 y 2.98. Por otra parte, Boada (2016) reportó tasas de crecimiento en camarón *M. rosenbergii*, cultivado a altas densidades con el uso de substratos y bioflocs, que variaron entre 1.25 y 1.67 (12), siendo estos valores inferiores a los resultados obtenidos en la presente tesis.

El factor de conversión alimenticio (FCA) refleja la eficiencia con la que los camarones convierten el alimento en masa corporal, con este estudio

registrando un rango de 2.92 a 3.11 para tal conversión, lo cual se considera alto para la especie en cuestión. Aun así, estudios previos como el de Arana *et al.* (2013) han reportado valores aún mayores, con una conversión alimenticia de 3.3. De manera similar, Pinedo y Flores (2018) identificaron índices de conversión alimenticia que oscilan entre 3.73 y 3.75 al utilizar una dieta enriquecida con fitobióticos en la crianza de *M. rosenbergii* durante un periodo de 90 días.

Al concluir el período de estudio, los camarones del tratamiento T1 demostraron una tasa de supervivencia superior en comparación con los tratamientos T2 y T3, evidenciando porcentajes de supervivencia de 96.44% para T1, 93.65% para T2 y 92.59% para T3. Sin embargo, Boada (2016) reportó cifras de supervivencia que varían entre 68.29% y 96.75% en sus cultivos de *M. rosenbergii*, que utilizaban substratos y bioflocs durante un período de cultivo de 64 días, resultados que son menores en algunos casos a los presentados en este estudio (12). Así como en este estudio se observaron altas tasas de supervivencia, Pinedo y Flores (2018) informaron de resultados menores en términos de supervivencia, con un intervalo entre 83.3% y 88.3% (10). Estas cifras, aunque son sólidas, no alcanzan los niveles de supervivencia reportados para los camarones del tratamiento T1 en el presente experimento. Asimismo, Similarmente, Ruiz (2001) reportó cifras de supervivencia más bajas, documentando un 78.3% para el tratamiento T0 con una densidad de 5 camarones/m² y un 75.9% para el tratamiento T3 con 7 camarones/m², valores que son inferiores en comparación con los altos porcentajes de supervivencia observados en el tratamiento T1 de este estudio (21), valores son inferiores a los resultados obtenidos en el presente estudio.

5.3 Calidad de agua

El promedio de temperatura a lo largo de los 90 días de cultivo se mantuvo en 28.76 °C. Esta cifra es similar a la obtenida por Ruíz en 2001, quien reportó una temperatura promedio de 28.78 °C en su estudio sobre el cultivo de camarón *Macrobrachium rosenbergii* con diferentes densidades durante cinco meses. De manera comparable, Pinedo y Flores en 2018 observaron una temperatura promedio de 27.8 °C en su investigación sobre el efecto de dietas suplementadas con fitobióticos en el cultivo de *M. rosenbergii*, también durante un periodo de 90 días (10), siendo este valor cercano a lo registrado en el presente estudio.

En relación con el oxígeno disuelto, Casas (2008) señala que la concentración debe superar los 4 mg/L, considerándolo uno de los factores más críticos que limitan la supervivencia de los organismos acuáticos (33). El valor medio de oxígeno disuelto reportado en el presente estudio de 3.54 mg/L sugiere que el camarón *Macrobrachium rosenbergii* es capaz de tolerar niveles de oxígeno disuelto inferiores a 4 mg/L, lo cual es importante para la gestión de la acuicultura en términos de los requerimientos de oxigenación de la especie. Además, con un pH medio registrado de 6.15, este dato se aproxima al valor obtenido por Pinedo y Flores (2018), quienes observaron un pH de 6.45 en su investigación sobre la adición de fitobióticos en la alimentación de *M. rosenbergii*. Este rango de pH se alinea con lo recomendado por Casas (2008) para el cultivo de especies tropicales, estableciendo que el pH óptimo para la acuicultura de dichas especies debe estar entre 6.4 y 9.0, lo que indica que los valores observados en este estudio están dentro de un rango aceptable para el bienestar y el crecimiento de los camarones (33).

El amonio a concentraciones elevadas es tóxico para la mayoría de los organismos acuáticos, incluyendo los camarones, ya que puede dar lugar a problemas como estrés, inhibición del crecimiento o incluso la mortalidad. Del mismo modo, el nitrito es peligroso porque puede convertir la hemoglobina en metahemoglobina, la cual no es capaz de transportar oxígeno, pudiendo resultar también en estrés o muerte.

Se detectaron concentraciones de amonio y nitrito dentro de los límites mínimos aceptados para la especie, alcanzando niveles de 0.25 mg/L para el amonio y 0.01 mg/L para el nitrito. No obstante, los niveles de amonio observados en este estudio resultaron ser menores en comparación con los encontrados por Manrique en 2013, quien observó concentraciones de amonio entre 0.4 mg/L y 0.8 mg/L en cultivos de *Macrobrachium amazonicum*. Por su parte, Casas en 2008, sugiere que las concentraciones óptimas de amonio deberían situarse en un rango de 0.1 a 0.3 mg/L y las de nitrito deberían mantenerse por debajo de 1 mg/L (33).

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES

Basándose en los hallazgos del presente estudio de investigación, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- El tratamiento T1 (5 org./m²), exhibió mejoras significativas en el crecimiento en longitud y peso, superior en comparación con densidades más altas presentes en los tratamientos T2 (7 org./m²) y T3 (9 org./m²).
- Se observó una ganancia de peso (GP), ganancia en longitud (GL) y tasa de crecimiento específico (TCE) significativamente superiores en el tratamiento T1, indicando que condiciones de menor densidad pueden contribuir a un mejor desempeño productivo en términos de aumento de biomasa.
- La conversión alimenticia y el factor de condición se manifestó significativamente menos favorable con mayores densidades, lo que sugiere que condiciones menos densas pueden contribuir a un entorno más saludable y propicio para el desarrollo de los camarones.
- La elevada tasa de supervivencia en todos los tratamientos indica que *Macrobrachium rosenbergii* puede tolerar una intensa manipulación y altas densidades de cultivo.
- Los parámetros fisicoquímicos del agua, como la temperatura, el oxígeno disuelto, el pH, el amonio y el nitrito, se mantuvieron dentro de los rangos óptimos para la especie, lo que subraya la importancia de mantener condiciones ambientales estables y adecuadas para la acuicultura exitosa.

- Al comparar con estudios previos, los resultados sugieren que se pueden obtener mejores rendimientos productivos bajo condiciones controladas y específicamente adaptadas a las necesidades de *Macrobrachium rosenbergii*, incluso superando algunos de los parámetros de crecimiento reportados en investigaciones anteriores.

CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES

A partir de los hallazgos de este estudio de investigación, se pueden hacer las siguientes recomendaciones:

- Realizar mayor investigación sobre la optimización de las densidades de cultivo y el manejo de la calidad del agua, así como estudios a largo plazo que puedan proporcionar más datos sobre la sostenibilidad y rentabilidad del cultivo de *Macrobrachium rosenbergii* a diversas densidades.
- Se sugiere llevar a cabo investigaciones adicionales con la especie *Macrobrachium rosenbergii* para determinar los efectos de distintos suplementos alimenticios que puedan potenciar el crecimiento y la supervivencia, utilizando insumos que sean económicamente viables.

CAPÍTULO IX: FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Guerra A. El aprovechamiento del camarón de río en el futuro. In Encuentro Internacional: Ciencia, Tecnología y Desarrollo con Proyección.
2. Fuller R. History and development of probiotics. In Hall C&, editor. New York: Probiotics the scientific basic; 1992. p. 1-8.
3. Góngora CM. Mecanismo de resistencia bacteriana ante la medicina actual. 1998; p. 456.}
4. Klaenhammer TD, Kullen MJ. Selection and design of probiotics. In Int. J. Food Microbiol.; 1999. p. 45-57.
5. Anderson JL. Economics and larviculture. In Larvi'95 - Fish and shellfish larviculture symposium; 1995; Habana. p. 351.
6. Wang Y, Lo C, Chang P, Kou G. Experimental infection of white spot baculovirus in some cultured and wild decapods in Taiwan. Aquaculture. 1998;(164): p. 221-231.
7. Valverde J, Varela A. Efecto de la densidad de siembra en la productividad y rentabilidad del langostino *Macrobrachium rosenbergii* en la fase de engorde en estanques, Costa Rica. Rev. Int. Vet. 2020; 31(1).
8. Samaniego A. Crecimiento de camarón de Malasia *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) en la fase precria en jaulas cuna fish con substratos, región San Martín. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Pesquero. Callao: Universidad Nacional del Callao; 2020.
9. Murcia LJ. Rendimiento productivo de tres densidades de siembra de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en la estación de Maricultura, los

- Cóbanos, Sonsonate. Requisito para optar el título de licenciada en medicina veterinaria y zootecnia. San Salvador: Universidad del Salvador; 2020.
10. Pinedo JD, Flores VL. Tres niveles de adición del fitobiótico sanacore en el alimento balanceado y su efecto sobre el crecimiento y supervivencia del camarón, *Macrobrachium rosenbergii*, distrito de Yurimaguas - Alto Amazonas, 2018. Tesis para optar el título profesional de Biólogo Acuicultor. Yurimaguas: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana; 2018.
 11. Plaza CM, Querevalú HP. Policultivo de *Macrobrachium rosenbergii* "camarón gigante de malasia" y *Oreochromis niloticus* "tilapia gris" en diferentes densidades de siembra en estanques seminaturales. Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Biología Pesquera. Lambayeque: Universidad Pedro Ruiz Gallo, Departamento académico de pesquería y zoología; 2016.
 12. Boada BS. Substratos y bioflocs en el cultivo de *Macrobrachium rosenbergii* en altas densidades durante la etapa de engorde. Tesis para optar el grado de Magister Scientae en Acuicultura. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2016.
 13. Sócola MS. Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento y supervivencia de post-larvas *Litopenaeus vannamei* en raceway. camarónera la bocana S.A, Tumbes - Perú. Tesis para optar el título de Magister en Acuicultura. Tumbes: Universidad Técnica de Machala, Unidad académica de ciencias agropecuarias; 2016.

14. Vásquez D. Efecto de cuatro densidades de carga sobre el crecimiento y ganancia de peso de postlarvas de camarón de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) confinados en tanques de concreto en la provincia de Padre Abad - región Ucayali. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali; 2014.
15. Cerdán M, Sánchez LA. Crecimiento de *Macrobrachium inca* "camarón de río" en cuatro densidades de siembra en policultivo con *Dorminator latifrons* "pocoche" y *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus* "tilapia híbrida" en estanques seminaturales. Tesis para obtener el título profesional de Licenciado en biología pesquera. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, Departamento académico de pesquería y zoología; 2014.
16. Arana-Flores N, García-Ruiz L, Reátegui-Tobler JE. Índice de mortalidad en cultivo de camarón gigante de agua dulce (*Macrobrachium rosenbergii*) en estanques seminaturales en Loreto, Perú. Ciencia Amazónica. 2013; III (2).
17. Manrique DE. Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento de juveniles de camarón de río (*Macrobrachium amazonicum* Heller), criados en acuarios, provincia de Alto Amazonas. Tesis para optar el título profesional de Biólogo Acuicultor. Yurimaguas: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana; 2013.
18. Maguiña AA. Efecto de la densidad de siembra y adición de substrato en el crecimiento y la supervivencia del camarón gigante de malasia

Macrobrachium rosenbergii en policultivo con tilapia roja *Oreochromis niloticus*. Tesis para optar el título profesional de Biólogo con mención en Hidrobiología y Pesquería. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Escuela académico profesional de Ciencias Biológicas; 2007.

19. Kurup M, Ranjeet K. Integration of freshwater prawn culture with rice farming in kuttanad India. Naga. The world fish quarterly. 2002; 25(3 y 4): p. 16-18.
20. Ranjeet K, Kurup M. Heterogeneous individual growth of *Macrobrachium rosenbergii* male morphotypes. The Inclam Quartely. 2002; 25(2): p. 13-18.
21. Ruíz ME. Efecto de cinco densidades de siembra en la fase de engorde del camarón gigante (*Macrobrachium rosenbergii*), en el trópico seco de San Martin - Perú. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martin; 2001.
22. D'abramo L, Daniels W, Gerard P, Jun W, Summerlin C. Influence of water volume, surface area, and water replacement rate on weight gain of juvenile freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. Aquaculture. 2000;(182): p. 191-171.
23. Tidwell J, Coyle S, Van-arnum A, Weibel C. Production response of freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii* to increasing amounts of artificial substrate in ponds. Journal of the world aquaculture society. 2000; 31(3): p. 425-457.
24. D'abramo L, Ohs C, Fondren M, Steeby J, Posadas B. Culture of freshwater prawns in temperate climates: Management and economics.

- Mississippi Agricultural y Forestry Experiment Station. Bulletin 1138. 2003: p. 1-23.
25. New M. El potencial del cultivo de *Macrobrachium* en Lationamerica. Revista Latinoamericana de Acuicultura. 1980: p. 49-61.
 26. Ra'anán Z, Cohen D. The production of the freshwater prawn *Macrobrachium rosebergii* in Israel. Selective stocking of size subpopulations. Aquaculture. 1983;(31): p. 369-379.
 27. New M, Singholka S. Cultivo de camarón de agua dulce. Manual para el cultivo de *Macrobrachium rosenbergii*. 1984: p. 1-118.
 28. Jonson W, Smith K. Use of geothermal energy for aquaculture purposes. Geo-heat Center. Phase III. 1981.
 29. Crespi V, Coche A. Glosario de acuicultura. In. Roma: FAO; 2008. p. 25-118.
 30. Montoya-Márquez JA, Sánchez-Estudillo L, Torres-Hernández P. Diseños experimentales ¿qué son y cómo se utilizan en las ciencias acuáticas? Ciencia y Mar. 2011; XV (43): p. 61-70.
 31. López PL. Población muestra y muestreo. Punto cero. 2004; 9(8).
 32. Florián VE. Proceso productivo de *Macrobrachium rosenbergii* "camarón tropical" desde larva hasta pre cria en la granja camaronera las Palmas, Tarapoto - San Martín. Tesis para optar el título de biólogo pesquero. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo; 2015.
 33. Casas D. Sistema de recirculación de agua para la cria intensiva de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). Trabajo de grado presentado

como requisito parcial para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Cabudare-Venezuela: Universidad Centroccidental; 2008.

ANEXOS

Anexo 1. Estadística complementaria

Tabla 11. Cuadro de análisis de varianza (ANOVA) de la longitud promedio inicial de los camarones.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	0.000000	0.000000	0.00	1.000
Error	6	0.030000	0.005000		
Total	8	0.030000			

Tabla 12. Cuadro de análisis de varianza (ANOVA) de la longitud promedio final de los camarones

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	0.53722	0.268611	74.38	0.000
Error	6	0.02167	0.003611		
Total	8	0.55889			

Tabla 13. Cuadro de análisis de varianza (ANOVA) del peso promedio inicial de los camarones.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	0.000422	0.000211	0.83	0.482
Error	6	0.001533	0.000256		
Total	8	0.001956			

Tabla 14. Cuadro de análisis de varianza (ANOVA) del peso promedio final de los camarones.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	4.48389	2.24194	1640.20	0.000
Error	6	0.00833	0.00139		
Total	8	4.49222			

Leyenda: GL= Grados de libertad, SC= Suma de Cuadrados, MC= Cuadrado Medio, p= Probabilidad

Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos

Tabla 15. Ficha de producción por tratamiento y repetición.

Fecha de Siembra:							
Tratamiento:							
Parámetros	Periodo de Cultivo						
	Siembra	15	30	45	60	75	90
Fecha de evaluación							
Periodo de cultivo (días)							
Población (und.)							
Peso promedio (g)							
Talla promedio (cm)							
Ganancia de peso (g)							
Ganancia de talla (cm)							
Incremento de biomasa (kg)							
Tasa de alimentación (%)							
Ración (g)							
Biomasa total (kg)							
Alimento total consumido (g)							
Factor de conversión del alimento							
Tasa de crecimiento específico							
Factor de condición							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Ficha de muestreo biométrico quincenal.

Tratamiento N° _____						
N°	R1		R2		R3	
	L (cm)	P (g)	L (cm)	P (g)	L (cm)	P (g)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
Σ						

Anexo 3. Panel Fotográfico.



Foto 1. Aclimatación de los ejemplares de camarón, *Macrobrachium rosenbergii*



Foto 2. Siembra de camarones, *M. rosenbergii* en sus respectivas



Foto 3. Captura de los camarones para el muestreo



Foto 4. Evaluación biométrica de los camarones



Foto 5. Evaluación de la longitud de los camarones.



Foto 6. Evaluación del peso de los camarones.



INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA EL DESARROLLO DE LA AMAZONIA PERUANA

CERTIFICADO INTERIOR N° 007210

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS, FERTILIZANTES Y ALIMENTOS

REPORTE DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS

N° SOLICITUD : AA001-23
SOLICITANTE : JANINA LOZANO DEL AGUILA
PROCEDENCIA : LORETO - ALTO AMAZONAS - YURIMAQUAS
ALIMENTO : ALIMENTO BALANCEADO

FECHA DE MUESTREO : 12/01/2023
FECHA DE RECEP. LAB : 12/01/2023
FECHA DE REPORTE : 24/01/2023

Item	Número de Muestra			Humedad	Aceit & gras	Proteína
	Laboratorio	Usuario		%	%	%
01	23 01 0001	MUESTRA-1		35.96	11.89	33.84

METODOS:	
ACEITES & GRASAS	: Extracción según Soxhlet (n-Hexano)
PROTEINA	: Kjeldhal (factor: 6.25)
HUMEDAD	: Gravimetría a 105 °C

Nota: El laboratorio no se responsabiliza por la metodología utilizada en el muestreo.

La Banda de Shilcayo, 24 de Enero del 2023

INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES
TARAPOTO

Cesar O. Arellano Fernández, MSc
JEFE DE DEPTO. DE SUELOS