

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA



UNAP

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Escuela de Formación Profesional
de Acuicultura

“TRES NIVELES DE ADICIÓN DEL FITOBIÓTICO SANACORE EN EL ALIMENTO BALANCEADO Y SU EFECTO SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA SUPERVIVENCIA DEL CAMARÓN, *Macrobrachium rosenbergii*, DISTRITO DE YURIMAGUAS - ALTO AMAZONAS, 2018”

TESIS

para optar el título profesional de

BIÓLOGO ACUICULTOR

Autores:

Juan Daniel Pinedo Flores

Víctor Luis Flores García

Yurimaguas - Perú

2018

JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR



Mg. Blgo. Felix Maximiliano MORA DEL ÁGUILA
PRESIDENTE



Blgo. David AHUITE MARINA
MIEMBRO



MSc. Ing. Eymer MORI PINEDO
MIEMBRO

ASESOR



Blgo. Julio César VILLA LAVY

ASESOR



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Yurimaguas, a los treinta días del mes de octubre de 2018 y siendo las 10:15 horas, el Jurado Calificador y Dictaminador que suscribe, designado con RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN No. 006-2018-CA-EFPA-FCB-UNAP-Ygs., presidido e integrado por:

Mg. Blgo. FELIX MAXIMILIANO MORA DEL AGUILA	Presidente
Blgo. DAVID AHUITÉ MARINA	Miembro
MSc. Ing° EYMER MORI PINEDO	Miembro

Se constituyó en la Sala de Conferencias de la sede de la UNAP en Yurimaguas, para calificar la tesis titulada: "TRES NIVELES DE ADICIÓN DEL FITOBIÓTICO SANACORE EN EL ALIMENTO BALANCEADO Y SU EFECTO SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA SUPERVIVENCIA DEL CAMARÓN *Macrobrachium rosenbergii*, DISTRITO DE YURIMAGUAS - ALTO AMAZONAS, 2018", que realizaron los Bachilleres en Ciencias Biológicas con mención en Acuicultura JUAN DANIEL PINEDO FLORES de la Promoción 2011-II, graduado de Bachiller con R.R. N° 0820-2013-UNAP, de fecha 08 de abril de 2013, y VÍCTOR LUIS FLORES GARCÍA de la Promoción 2008-I, graduado de Bachiller con R.R. N° 2511-2009-UNAP, de fecha 19 de noviembre de 2009.

Después de sustentada la Tesis, los Bachilleres fueron sometidos a un interrogatorio sobre el tema en cuestión, habiendo absuelto en forma BUENA las observaciones y objeciones que fueron formuladas por los miembros del Jurado Calificador y Dictaminador.

Luego de la deliberación y votación, el Jurado Calificador y Dictaminador dio como veredicto APROBADO la Tesis por UNANIMIDAD, quedando los candidatos APTOS para ejercer la profesión de Biólogo Acuicultor, previo otorgamiento del Título Profesional por la autoridad Universitaria competente, y su correspondiente inscripción en el Colegio de Biólogos del Perú.

Terminado el acto, el Presidente del Jurado Calificador y Dictaminador levantó la sesión siendo las 11:55 horas y en fe de lo cual, todos los integrantes del Jurado Calificador y Dictaminador suscriben la presente Acta por triplicado.

 MIEMBRO	 PRESIDENTE	 MIEMBRO	
--	---	--	---

DEDICATORIA

A Dios por la vida y por concederme cumplir esta meta.

A mis padres y hermanos, por su amor, comprensión y paciencia que me han brindado en los momentos malos y buenos de mi carrera.

Juan Daniel P. F.

A Dios por haberme regalado una familia hermosa y por haberme permitido alcanzar mi meta.

A mis padres y Hermanos por todo el apoyo que me brindaron durante mis años de estudio y por ser lo más especial en mi vida.

Víctor Luis F. G.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana a través de la Facultad de Ciencias Biológicas – Escuela Profesional de Acuicultura (Sede Yurimaguas), por forjarnos en sus aulas, y a nuestros catedráticos por brindarnos los conocimientos necesarios para nuestra formación profesional.

A nuestro Asesor Blgo. Julio César Villa Lavy, por brindarnos sus conocimientos, colaboración y apoyo durante cada una de las etapas del presente trabajo de Investigación.

Al Sr. Alfredo Córdova por brindarnos las facilidades para realizar nuestra investigación en su predio.

Y a todas aquellas personas que de alguna u otra manera estuvieron involucradas en la ejecución del presente trabajo de investigación.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se evaluó la adición de fitobiótico SANACORE al alimento balanceado y su efecto sobre el crecimiento y la supervivencia del camarón, *Macrobrachium rosenbergii* cultivado en jaulas, durante un periodo de 90 días. El estudio fue realizado del 26 de febrero al 12 de mayo del 2018, en las instalaciones del Fundo de “Don Alfredo” ubicada a la altura del Km 4 (margen derecho) de la carretera Yurimaguas – Tarapoto. Se emplearon 12 unidades experimentales. Las post-larvas de camarón fueron sembrados con peso promedio inicial de 1.03 ± 0.36 g y con longitud promedio inicial de 5.13 ± 0.60 cm, con una densidad de siembra de 40 post-larvas/m³. Los camarones fueron alimentados con alimento balanceado comercial de la marca Aquatech con un tenor proteico de 30% PB, con 4 tratamientos (T1 = Sin Fitobiótico, T2 = 20 g/Kg, T3 = 40 g/Kg y T4 = 60 g/Kg) y 3 repeticiones cada una. Se utilizó una frecuencia alimenticia de 2 veces al día a razón del 8% de la biomasa total. Al final de estudio, los camarones alcanzaron longitud final de 8.34 cm, 8.53 cm, 8.64 cm y 8.66 cm para los tratamientos T1, T2, T3 y T4 respectivamente, y un peso final de 6.03 g, 6.13 g, 6.27 g y 6.32 g, para los tratamientos T1, T2, T3 y T4 respectivamente; mostrando diferencia significativa tanto en el peso como en la longitud final ($p < 0.05$), más no en la supervivencia. El registro de los principales parámetros limnológicos monitoreados quincenalmente estuvieron dentro de los rangos tolerables para la especie estudiada.

Palabras Clave: Fitobiótico, SANACORE, Crecimiento, Supervivencia, Camarón.

ABSTRACT

In the present research work, the addition of SANACORE phytobiotic to balanced feed and its effect on the growth and survival of shrimp, *Macrobrachium rosenbergii* cultured in cages, was evaluated over a period of 90 days. The study was conducted from February 26 to May 12, 2018, in the facilities of the "Don Alfredo" farm located at the height of Km 4 (right margin) of the Yurimaguas - Tarapoto highway. 12 experimental units were used. Shrimp post-larvae were planted with an initial average weight of 1.03 ± 0.36 g and initial average length of 5.13 ± 0.60 cm, with a planting density of 40 post-larvae / m³. The shrimps were fed commercial balanced feed of the brand Aquatech with a protein content of 30% PB, with 4 treatments (T1 = Without Phytobiotic, T2 = 20 g / Kg, T3 = 40 g / Kg and T4 = 60 g/Kg) and 3 repetitions each. A feeding frequency of 2 times a day was used at a rate of 8% of the total biomass. At the end of the study, the shrimp reached final length of 8.34 cm, 8.53 cm, 8.64 cm and 8.66 cm for treatments T1, T2, T3 and T4 respectively, and a final weight of 6.03 g, 6.13 g, 6.27 g and 6.32 g, for treatments T1, T2, T3 and T4 respectively; showing significant difference both in weight and in final length ($p < 0.05$), but not in survival. The record of the main limnological parameters monitored fortnightly were within the tolerable ranges for the species studied.

Keywords: Phytobiotic, SANACORE, Growth, Survival, Shrimp.

ÍNDICE

	Pág.
Portada	i
JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR	ii
ASESOR	iii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
ÍNDICE	ix
LISTA DE TABLAS	xi
LISTA DE GRÁFICOS	xii
LISTA DE ANEXOS	xiii
I. INTRODUCCION.	1
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Antecedentes	4
2.1.1 El Sector de la Acuicultura	4
2.1.2 Uso de Fitobióticos en la Industria Camaronera	5
2.2 Bases Teóricas	7
2.2.1 Generalidades del Camarón, <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	7
2.2.2 Aspectos Técnicos del Cultivo de Camarón, <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	10
2.2.3 Propiedades de los Fitobióticos	11
2.3 Definición de Términos Básicos	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1 Área de Estudio	14
3.2 Procedimiento de Recolección de Datos	14
3.2.1 Obtención de los Camarones	14
3.2.2 Densidad de Siembra	14
3.2.3 Raciones Experimentales	14

3.2.4	Método de Impregnación del Fitobiótico al Alimento	15
3.2.5	Manejo Nutricional	15
3.2.6	Evaluaciones biométricas	16
3.2.7	Monitoreo de la Calidad del Agua	16
3.2.8	Variables de Crecimiento	17
3.3	Tipo y Diseño	20
3.4	Población y muestra	21
3.5	Procesamiento y Análisis de Datos	22
3.6	Aspectos Éticos	22
IV.	RESULTADOS	23
4.1	Parámetros de crecimiento de <i>M. rosenbergii</i> “camarón”	23
4.2	Supervivencia de <i>M. rosenbergii</i> “camarón”	28
4.3	Calidad de Agua en el cultivo de <i>M. rosenbergii</i> “camarón”	29
V.	DISCUSIÓN	30
5.1	Parámetros de crecimiento de <i>M. rosenbergii</i> “camarón”	30
5.2	Supervivencia de <i>M. rosenbergii</i> “camarón”	32
5.3	Calidad de agua en el cultivo de <i>M. rosenbergii</i> “camarón”	33
VI.	CONCLUSIONES	35
VII.	RECOMENDACIONES	36
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
	ANEXOS	45

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Concentraciones de fitobiótico adicionados a las raciones experimentales.	14
Tabla 2 Tasa de alimentación para los camarones experimentales.	15
Tabla 3 Parámetros de crecimiento del <i>M. rosenbergii</i> "camarón" cultivados en jaulas, durante 90 días.....	23
Tabla 4 Parámetros de crecimiento del <i>M. rosenbergii</i> "Camarón", de acuerdo a la ecuación de Von Bertalanffy.....	25
Tabla 5 Porcentajes de supervivencia del <i>M. rosenbergii</i> "camarón" cultivados en jaulas, durante 90 días.....	29
Tabla 6 Registro de los parámetros físico-químicos del agua en el cultivo de <i>M. rosenbergii</i> "camarón" en jaulas, durante 90 días.	29

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1 Variación del crecimiento en peso (g) del <i>M. rosenbergii</i> “camarón”, cultivados en jaulas, durante 90 días.....	24
Gráfico 2 Variación del crecimiento en longitud (cm) del <i>M. rosenbergii</i> “camarón”, cultivados en jaulas, durante 90 días.	25
Gráfico 3 Relación longitud-peso de <i>M. rosenbergii</i> “camarón” para el Tratamiento T1.....	26
Gráfico 4 Relación longitud-peso de <i>M. rosenbergii</i> “camarón” para el Tratamiento T2.....	27
Gráfico 5 Relación longitud-peso de <i>M. rosenbergii</i> “camarón” para el Tratamiento T3.....	27
Gráfico 6 Relación longitud-peso de <i>M. rosenbergii</i> “camarón” para el Tratamiento T4.....	28

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1 Análisis de varianza de la longitud promedio inicial de postlarvas de <i>M. rosenbergii</i> "Camarón", cultivados en jaulas, durante 90 días de cultivo.....	46
Anexo 2 Análisis de varianza de la longitud promedio final de postlarvas de <i>M. rosenbergii</i> "Camarón", cultivados en jaulas, durante 90 días de cultivo.....	46
Anexo 3 Análisis de varianza del peso promedio inicial de postlarvas de <i>M. rosenbergii</i> "Camarón", cultivados en jaulas, durante 90 días de cultivo.....	46
Anexo 4 Análisis de varianza del peso promedio final de postlarvas de <i>M. rosenbergii</i> "Camarón", cultivados en jaulas, durante 90 días de cultivo.....	46
Anexo 5 Análisis de varianza de la supervivencia de postlarvas de <i>M. rosenbergii</i> "Camarón", cultivados en jaulas, durante 90 días de cultivo.....	46
Anexo 6 Fotografías registradas durante el cultivo de postlarvas de <i>M. rosenbergii</i> "Camarón" en jaulas, durante 90 días.	47

I. INTRODUCCION

La acuicultura es la industria de producción de proteína animal de más rápido crecimiento, presentando una tasa promedio anual del 10% durante los años 80's y 90's. Para la década de 2012 – 2022 se pronostica que la acuicultura crecerá entre un 29% y 50% para abastecer la creciente demanda de mariscos (1).

La acuicultura se ha incrementado en el mundo [...], proporcionando actualmente la mitad del suministro mundial de crustáceos, moluscos y peces ya que la demanda no puede ser cubierta por las poblaciones naturales que han sido sobreexplotadas (2).

La camaronicultura es una actividad que maneja altas densidades de organismos por superficie, por lo que surgen problemas de alimentación y de sanidad. Debido a lo anterior, se requiere de alimentos con buena calidad nutritiva y aditivos, o complementos que ayuden a mantener a los organismos saludables y favorezcan su crecimiento. Algunos de los promotores del crecimiento más utilizados incluyen hormonas, antibióticos y algunas sales (3,4,5). Sin embargo, su uso indiscriminado o inapropiado resulta en un efecto adverso en el animal, así como problemas ambientales, entre los que destaca la actividad de sus residuos, que permanecen activos durante largo tiempo, tanto en el agua como en los sedimentos, e incluso en el mismo organismo. Por lo tanto, la tendencia actual para combatir las enfermedades en los cultivos es restringir o reducir el

uso de antibióticos debido a la aparición de resistencia bacteriana, problemas ecológicos como desequilibrios ambientales y restricción de las exportaciones por presencia de residuos en los tejidos de camarones y su incidencia en la salud humana (6,7,8,9)

Actualmente los extractos herbales desempeñan un papel importante dentro de la acuicultura ya que varios estudios sostienen que los mismos tienen potencial como agentes antimicrobianos [...]. Esto abre la posibilidad de que el uso de extractos herbales se expanda para convertirse en una terapia alternativa a los antibióticos en la acuicultura, puesto que actuarían como profilácticos previniendo la aparición de enfermedades (10). Son pocas las investigaciones que se han realizado sobre el empleo de extractos herbales adicionados a la dieta [...], con el fin de evaluarlos como una alternativa a la dependencia del uso de antibióticos dentro de la acuicultura (11). Además de determinar su influencia en el mejoramiento del crecimiento, eficiencia alimenticia e índice de supervivencia [...], dando en algunas de estas investigaciones resultados positivos (12).

Con este propósito se utilizó el fitobiótico SANACORE debido a que posee un gran interés comercial, por lo que su estudio y utilización dentro del cultivo de camarón puede generar la diversificación del uso de fitobióticos, además de beneficiar de manera importante a los productores de camarón.

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar tres niveles de adición de fitobiótico (SANACORE), en el

balanceado, y su efecto sobre el crecimiento y la supervivencia del camarón, *Macrobrachium rosenbergii*, en el distrito de Yurimaguas, Alto Amazonas – 2018.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Antecedentes

2.1.1 El Sector de la Acuicultura

Según el análisis mundial del estado de la pesca y la acuicultura del 2016, la situación de los recursos pesqueros es negativa, ya que muchas de las poblaciones de peces se están explotando de forma insostenible, siendo imposible aumentar la producción de éstas a través de la pesca extractiva, por lo que a raíz del aumento de demanda de estas especies es necesario optar por otras fuentes de obtención más sostenibles, como es la acuicultura (13).

En los últimos años la acuicultura ha aumentado sus niveles de producción a nivel mundial, debido en gran medida al agotamiento de los recursos marinos, lo cual se debe principalmente a la sobrepesca realizada durante los últimos años por parte de ciertos países. Gracias a esto la acuicultura se ha convertido en el sector alimenticio de más rápido crecimiento a nivel mundial, pasando de menos de 1 millón de toneladas anuales en 1950 a 52,5 millones de toneladas en 2008, con un valor de 98400 millones de dólares (14).

Uno de los grandes desafíos a los que se enfrenta la humanidad en las próximas décadas es alimentar a la población del planeta teniendo en cuenta la limitada disponibilidad de los recursos y la sostenibilidad de éstos, la cual se prevé que aumentará a 9.600 millones de personas para el 2050 (15).

En consecuencia, al aumento de la población en los próximos años, se pronostica que la producción pesquera total (tanto de pesca de captura como de acuicultura) aumente hasta los 196 millones de toneladas para 2025. Esta enorme demanda se cubrirá principalmente con productos procedentes de la acuicultura, la cual puede aportar 102 millones de toneladas para 2025. Por lo que la acuicultura será el mayor proveedor de recursos pesqueros en el futuro, ayudando a la recuperación de las poblaciones salvajes (13).

2.1.2 Uso de Fitobióticos en la Industria Camaronera

Un bioensayo fue realizado en la estación experimental de una granja camaronera ubicada en la provincia de Guayas, Ecuador, durante el periodo de febrero a abril del año 2015. Durante el periodo experimental, dos dietas (CONTROL y SANACORE) fueron comparadas con la única diferencia en la adición de un aditivo fitobiótico (Sanacore® GM, Nutriad International, Bélgica) al alimento comercial. El alimento comercial utilizado fue un alimento de 35% de proteína. El nivel de inclusión del aditivo fue de 3g por Kg de alimento, realizada mediante bañado utilizando un aglutinante comercial. Los estanques experimentales de aproximadamente 170 m² fueron sembrados con camarones de 70 mg de peso promedio a una densidad de 10 animales/m². El tratamiento y el control tuvieron 5 y 3 estanques réplica, respectivamente. La duración de la prueba fue de 78 días. Las variables de producción comparadas entre los tratamientos incluyeron: sobrevivencia, rendimiento a cosecha (biomasa final /ha), factor de conversión alimenticia (FCA), crecimiento promedio semanal y peso final a cosecha. Al finalizar el bioensayo los resultados no mostraron

marcadas diferencias para todas las variables productivas, sin embargo, mostraron tendencias interesantes. La suplementación del modulador de salud intestinal mejoro los valores de sobrevivencia (57.4%), rendimiento de cultivo (1,951 LBS/ha) y conversión alimenticia (1.20), además obtuvieron un peso promedio final de 15.6 g y un crecimiento semanal de 1.40 g/semana (16).

Aditivos alimenticios de origen natural que combinan diferentes mecanismos de acción contra especies de *Vibrio* tanto directamente con propiedades bacteriostáticas/bactericidas con actividades de “quorum quenching” han demostrado ser efectivos en mejorar la sobrevivencia bajo situaciones de desafío donde el camarón está expuesto a las bacterias patógenas. La inclusión de estos aditivos botánicos en la dieta, el mismo que fue utilizado en el presente estudio, bajo el proceso de peletizado estándar en la fabricación industrial del alimento, mejoro la sobrevivencia del camarón bajo condiciones de producción semi intensivas en Panamá en un 24% y 18% comparado con el grupo control durante dos ciclos de producción independientes (17).

Por otro lado, Loc *et al.* (18) confirmaron el efecto sinérgico del mismo producto fitobiótico en un bioensayo de desafío con *Vibrio parahaemolyticus* (cepa de EMS/AHPND, por sus siglas en inglés) bajo condiciones controladas de laboratorio, mostrando un incremento en la sobrevivencia de más del 62% en el camarón que fue alimentado con el aditivo durante 3 semanas previas a la infección experimental, comparado con los grupos control y que no fueron suplementados con el aditivo. La adición de este producto (fitobiótico) en el

alimento resultó, consistentemente, en los conteos más bajos de *Vibrio* spp. en el sistema digestivo del camarón comparado con el control, ilustrando la capacidad de modulación en intestino del aditivo para proteger la flora intestinal del camarón ante un embate de *Vibrio* spp.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Generalidades del Camarón, *Macrobrachium rosenbergii*

Según el Integrated Taxonomic Information System (ITIS) (19), la clasificación taxonómica para el camarón gigante de Malasia es:

Reino:	Animalia
Sub-reino:	Bilateria
Infra-reino:	Protostomia
Super-phylum:	Ecdysozoa
Phylum:	Artrópoda
Sub-phylum:	Crustácea
Clase:	Malacostraca
Sub-clase:	Eumalacostraca
Super-orden:	Eucarida
Orden:	Decápoda
Sub-orden:	Pleocyemata
Infra-orden:	Caridea
Super-familia:	Palaemonoidea
Familia:	Palaemonidae
Sub-familia:	Palaemoninae
Género:	<i>Macrobrachium</i>

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

El *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) es un crustáceo decápodo que pertenece al Infra-orden Caridea y Familia Palaemonidae (19). A pesar de ser oriundos de las regiones tropicales y subtropicales del Indo-Pacífico, muchas especies de *Macrobrachium* han sido transferidas de su medio natural a otras partes del mundo, siendo el *M. rosenbergii* la especie más usada para cultivo comercial y consecuentemente ha sido introducida en muchos más países (20). La introducción de *M. rosenbergii* con el objetivo de estudios en acuicultura y cultivo se dio inicialmente en Hawai y posteriormente, en África, Caribe, América Central y del Sur, Israel, Japón, Islas Mauricio, Tahití, Taiwán y Reino Unido (21).

M. rosenbergii vive en cuerpos de agua dulce con influencia de agua salobre, debido a que el desarrollo larval de la especie es realizado en agua salobre; esta especie en particular se encuentra en aguas extremadamente turbias, a diferencia de otros camarones que prefieren el agua clara (20).

M. rosenbergii se distribuye en las regiones tropicales y subtropicales del Indo-Pacífico, con registros confirmados en países del sur y sudeste asiático (Paquistán, India, Ceylán, Burma, Tailandia, Malasia, Indonesia, Camboya, Vietnam) así también, en el norte de Australia y en varias islas de los océanos Índico y Pacífico (22).

El *M. rosenbergii* puede diferenciarse fácilmente de otras especies del mismo género mediante las siguientes características (23):

- Es el más largo de todas las especies de *Macrobrachium*. Los machos pueden alcanzar una longitud total (de punta del rostrum a punta del telson) de hasta 320 mm, mientras que las hembras de 250 mm.
- Se caracteriza por un largo rostrum (que sobrepasa la escama antenal). Dicho rostrum es delgado y semi sigmoideo con el parte distal curvado ligeramente hacia arriba. Dorsalmente el rostrum tiene con 11 a 14 dientes (los dos primeros ubicados detrás de la órbita, mientras que los demás se encuentran a lo largo del rostrum) y por los 8 a 10 dientes ventrales, lo cual es una característica propia del *M. rosenbergii*.
- El telson es un apéndice mediano ubicado en el margen posterior del sexto anillo. Éste es alargado y de forma triangular y tiene dos pares de espínulas dorsales; en el *M. rosenbergii* la punta del telson sobrepasa las espínulas posteriores.
- El segundo par de quelópodos son fuertes, provisto de numerosas espínulas, y mucho más gruesas que los demás. Tanto la derecha y la izquierda son muy similares en forma y tamaño. En machos adultos estos quelópodos se vuelven muy largos alcanzando la escama antenal.
- El dedo móvil del segundo par de quelópodos del macho adulto está cubierto por una vellosidad densa y corta (con excepción de la parte distal extrema) mientras que dicha vellosidad no se encuentra en el dedo fijo o en el resto de quelópodos.

2.2.2 Aspectos Técnicos del Cultivo de Camarón, *Macrobrachium rosenbergii*

El cultivo del *M. rosenbergii* incluye la fase de hatchery, fase de mantenimiento de post-larvas y fase de engorde. La fase de hatchery se inicia con la obtención de larvas a partir de hembras reproductoras (ovadas). La proporción típica de reproductores macho a hembra varía de 1-3 machos por 20 hembras. La fertilización ocurre externamente, a las pocas horas después de la cópula. Los huevos permanecen adheridos a la hembra durante el desarrollo embrionario (alrededor de 3 semanas). Al momento de la eclosión, se producen zoeas que nadan libremente. Dependiendo del tamaño de la hembra ovada, ellas pueden llevar entre 5 000 y 100 000 huevos. Dichas zoeas pasan por una metamorfosis de 11 estadios larvales hasta convertirse en post-larva (PL) lo que puede tomar de 16 a 35 días, dependiendo de las condiciones ambientales. Posteriormente, en la fase de mantenimiento de PL, éstas son mantenidas en viveros cubiertos y ambientalmente controlados para aumentar el tamaño de los animales (20). Estas fases generalmente se desarrollan en laboratorios a fin de poder controlar los parámetros de calidad de agua. Finalmente, las post-larvas son colocadas en los estanques de engorde, los cuales deben estar correctamente preparados mediante un encalado o fertilización, proporcionando las condiciones óptimas para el desarrollo de los individuos (24). En general, las tasas de siembra son de 1 000/m² para PL, 200/m² para juveniles pequeños o 75/m² para juveniles de 0.3-0.4 g, mientras que densidades más altas también son posibles si se usa alguna tecnología adicional (20).

2.2.3 Propiedades de los Fitobióticos

Los aceites esenciales y extractos de plantas comúnmente llamados fitobióticos son compuestos químicos que se encuentran en las plantas y son de tipo fenólico (timol, carvacrol y eugenol), terpenoides (extractos de cítricos y del pino), alcaloides, lectinas, aldehidos y cetonas, polipéptidos y poliacetilenos (25). Son usados [...] como promotores de crecimientos, estimulantes de apetito, antioxidantes, para aumentar el consumo del alimento y para mejorar la digestión. Los extractos de plantas aumentan las inmunoglobulinas en el tracto intestinal y en el sistema respiratorio (26).

2.3 Definición de Términos Básicos

- **Aclimatación**

Ajuste o acomodamiento de los organismos a condiciones de laboratorio (27).

- **Acuicultura**

Cultivo de organismos acuáticos en áreas continentales o costeras, que implica por un lado la intervención en el proceso de crianza para mejorar la producción y por el otro la propiedad individual o empresarial del stock cultivado (27).

- **Aditivo**

Ingrediente o combinación de ingredientes añadidos a la mezcla base del alimento o a parte de ésta para satisfacer una necesidad específica. Los aditivos utilizados en alimentos acuícolas pueden incluir aminoácidos sintéticos, vitaminas, aglutinantes, antioxidantes, preservativas, medicamentos profilácticos, hormonas y sustancias de promoción del crecimiento (27).

- **Aglutinante**

Componente adhesivo que mantiene juntos los componentes no adhesivos de una mezcla compuesta como en el alimento para la acuicultura (27).

- **Crustáceo**

Animal acuático perteneciente al filo Artrópodos; grupo principal de organismos invertebrados caracterizados por su exoesqueleto quitinoso y apéndices articulados; presente en aguas marinas y dulces y en tierra (27).

- **Dietas**

Ingredientes o mezcla de ingredientes alimenticios, incluyendo agua, que son suministrados y consumidos por animales (27).

- **Fitobióticos**

Son sustancias extraídas de los vegetales que se añaden a la alimentación con el objeto de mejorar los parámetros productivos en los animales (28).

- **Jaula**

Estructura utilizada para la cría, cerrada en el fondo y a los costados por un entramado de madera, malla o red. Permite el intercambio natural de agua a través de las paredes laterales y en la mayoría de los casos por el fondo de la jaula (27).

- **Promotor de crecimiento**

Son sustancias químicas y biológicas que son adicionadas al alimento con el objetivo de mejorar el crecimiento [...], en busca de mejorar la utilización del alimento y de esta manera obtener mejores resultados productivos y financieros (29).

- **Unidades Experimentales**

Es el espacio físico dónde se van a colocar los objetos en estudio, es decir el espacio donde se aplicarán los tratamientos; y las variables que vamos a medir como respuesta al efecto de los tratamientos sobre los objetos de estudio (30).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de Estudio

La presente investigación se realizó en las Instalaciones del Fundo “Don Alfredo”, ubicada a 200 m de la margen derecha del Km 04 de la carretera Yurimaguas – Tarapoto, caserío Belén, distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas. Geográficamente se encuentra entre las coordenadas UTM 18M 0375641; 9346388 (Anexo 06, Foto 2).

3.2 Procedimiento de Recolección de Datos

3.2.1 Obtención de los Camarones

Los ejemplares de post-larvas de Camarón, *M. rosenbergii* fueron adquiridas del Laboratorio de la Empresa Camaronera del Oriente S.A - CORSA, la misma que se encuentra ubicada en el distrito de Morales, provincia de San Martín, región San Martín.

3.2.2 Densidad de Siembra

La densidad de siembra por unidad experimental fue de 40 organismos por metro cúbico (1m^3) dando un total de 480 camarones. Los camarones sembrados tuvieron un peso promedio de 1.03 ± 0.36 g, y una talla promedio de 5.13 ± 0.60 cm.

3.2.3 Raciones Experimentales

Para efectos de la presente investigación se utilizó el alimento comercial “AQUATECH”, con un porcentaje de proteína de 32% PB, a la misma que se le añadió diferentes concentraciones del fitobiótico “SANACORE”. Se dosificó diariamente la cantidad necesaria de fitobiótico y alimento balanceado. En la Tabla 1 se muestra las diferentes concentraciones de fitobiótico utilizadas.

Tabla 1. Concentraciones de fitobiótico adicionados a las raciones experimentales.

Tratamiento	Alimento balanceado	Fitobiótico	Observación
T1	32% PB	Sin fitobiótico	Testigo
T2	32% PB	20 g/Kg	Experimento
T3	32% PB	40 g/Kg	Experimento
T4	32% PB	60 g/Kg	Experimento

Fuente: Elaboración propia

3.2.4 Método de Impregnación del Fitobiótico al Alimento

El protocolo para la impregnación se realizó de la siguiente manera: con la ayuda de una balanza digital se procedió a pesar la dosis respectiva del fitobiótico y de alimento balanceado por cada unidad experimental. Luego se procedió a mezclar el alimento balanceado con el fitobiótico, para después humedecerlo con agua. Posteriormente las muestras mezcladas y homogenizadas se colocaron en vasos de plástico, los cuales estuvieron previamente marcados por cada unidad experimental antes de la alimentación a los ejemplares.

3.2.5 Manejo Nutricional

El alimento utilizado fue alimento balanceado comercial del tipo extrusado, la misma que fue suministrado en 2 raciones diarias (7:00 y 17:00 horas) con una tasa de alimentación del 8 %, según el peso de los camarones, de acuerdo a (32).

Tabla 2. Tasa de alimentación para los camarones experimentales.

Edad - Mes	Peso (g)	Tasa de Alimentación (%)
1	2.5	8%
2	7.0	6%
3	14.0	5%
4	21.0	4%
5	27.0	4%
6	32.0	3%

Fuente: SEBRAE, 1999 (32)

3.2.6 Evaluaciones biométricas

Con la finalidad de determinar el crecimiento en peso (g) y longitud (cm) de los camarones, se realizaron muestreos biométricos cada 15 días, colectando al azar el 50% de ejemplares de cada jaula. La primera evaluación biométrica se registró antes de ser colocados en las jaulas (datos de siembra). Para la medición del peso se utilizó una balanza digital con precisión de 0,01 g y la longitud se midió desde la parte anterior del rostrum hasta el extremo posterior del telson con la ayuda de una regla graduado en centímetros.

Diariamente se revisaron las jaulas para registrar organismos muertos y determinar al final del cultivo el porcentaje de supervivencia por tratamiento.

3.2.7 Monitoreo de la Calidad del Agua

La toma de las variables fisicoquímicas (temperatura, oxígeno disuelto, pH, dureza y dióxido de carbono) fueron monitoreados quincenalmente utilizando un kit completo para análisis de agua dulce marca LAMOTTE.

3.2.8 Variables de Crecimiento

Para determinar las variables de crecimiento, se empleó la ecuación de Von Bertalanffy, ya que es el modelo que mejor describe el crecimiento, además de que introduce un menor error en inferencias relativas a la ganancia en peso de los organismos y sus implicaciones económicas (33). Esta función ampliamente usada describe el crecimiento basándose en procesos fisiológicos, por lo que sus parámetros tienen una interpretación biológica, y puede ser usada apropiadamente en evaluaciones de rendimiento.

El modelo de crecimiento de Von Bertalanffy fue calculado de acuerdo a la ecuación:

$$L_t = L_{\infty}(1 - e^{-k(t-t_0)}) \quad \text{Expresión (1)}$$

donde:

L_t es la longitud del individuo al tiempo t ,

L_{∞} es la longitud máxima del individuo (asíntota máxima),

K es el parámetro de curvatura que expresa que tan rápido la longitud alcanzan su valor máximo.

t es el tiempo,

t_0 es el valor teórico del tiempo en el cual la longitud es cero.

- **Relación Longitud - Peso**

La relación longitud – peso se determinó de acuerdo a la ecuación:

$$W = qL^b \quad \text{Expresión (2)}$$

Los parámetros “q” y “b” se calcularon mediante la linealización de la expresión (1) y aplicación de la técnica de “cuadrados mínimos” (34,35,36), como una primera aproximación y se optimizarán utilizando un proceso iterativo incluido como herramienta para el análisis de datos en la hoja electrónica Excel de Microsoft Office 2016, cuyo criterio de optimización fue la reducción de la suma de cuadrados.

- **Longitud Infinita**

La longitud infinita “ L_∞ ” definida como la longitud teórica que alcanzarían los organismos si se dejaron crecer en un tiempo infinito, se calculó mediante el método de Ford-Walford, que consistió en graficar L_t contra L_{t+1} ajustando una línea recta mediante el método de “cuadrados mínimos” y encontrando su intersección i con la recta de pendiente igual a 1 y ordenada 0; $Y=X$ (36).

$$L_t = a + bL_{(t+1)} \quad \text{Expresión (3)}$$

La constante de crecimiento “k” se estimó mediante la linealización de la ecuación de crecimiento en longitud, cuya pendiente se consideró como una primera estimación del parámetro buscado y se utilizó como valor inicial para su optimización mediante el método iterativo.

- **Crecimiento en Peso**

El crecimiento en peso se calculó mediante la siguiente ecuación (33):

$$W_t = q[L_\infty(1 - e^{-k(t-t_0)})]^b \quad \text{Expresión (4)}$$

Donde “q” y “b” corresponden a los parámetros estimados en la expresión (2) de relación longitud - peso.

- **Porcentaje Ganado**

El porcentaje de peso ganado por día (37), se determinó con la ecuación:

$$Pg\% = \frac{\ln W_f - \ln W_i}{t} \times 100 \quad \text{Expresión (5)}$$

donde:

Pg% = Porcentaje en peso ganado

LnWi = Logaritmo natural peso inicial

LnWf = Logaritmo natural peso final

t = Intervalo de tiempo

- **Peso ganado por día**

El peso ganado por día se calculó de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Pg = \frac{W_f - W_i}{t} \quad \text{Expresión (6)}$$

En donde:

Pg = peso ganado por día

Wf = peso final

Wi= peso inicial

t = tiempo en días

- **Factor de Conversión de Alimento**

El factor de conversión de alimento (FCA) se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$FCA = Q_I \quad \text{Expresión (7)}$$

En donde:

Q = Cantidad de alimento suministrado (Kg) en un tiempo dado

I = Incremento en peso (Kg) de la población en el mismo tiempo dado

- **Supervivencia**

La supervivencia fue considerada como el porcentaje de los organismos cosechados en relación con los organismos sembrados, dividiendo el número de organismos que quedaron al final del ciclo de cultivo (N_t) entre el número inicial de organismos sembrados (N_0) y multiplicando por cien.

El porcentaje de supervivencia se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{N_t}{N_0} \times 100 \quad \text{Expresión (8)}$$

3.3 Tipo y Diseño

La investigación fue de tipo experimental, porque se evaluaron las variables experimentales (crecimiento y supervivencia), en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo la adición del fitobiótico SANACORE sobre el alimento balanceado influye o no en el crecimiento (peso y longitud) de los camarones.

Para este experimento se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), (31) conformado por 4 tratamientos y 3 réplicas por tratamiento, en un esquema factorial de 4x3, distribuidos en un total de 12 unidades experimentales. Cada jaula contó con un armazón de tubos de $\frac{3}{4}$ ". Las paredes de las jaulas estuvieron revestidas con malla plástica de 2 mm de abertura de los cocos.

Las jaulas fueron colocadas dentro del estanque formando 2 hileras de 6 unidades. Para facilitar la alimentación y las labores de muestreo, se habilitó un puente de madera entre las hileras de las jaulas (Ver Foto 1).



Foto 1. Distribución de las unidades experimentales.

3.4 Población y muestra

La población experimental estuvo conformada por 480 post-larvas de camarón, *M. rosenbergii* adquiridos del Laboratorio de la Empresa Camaronera del Oriente, Tarapoto - San Martín.

Para efectos de la recolección de la información se tomó una muestra del 50% de la población de post-larvas de camarón, *M. rosenbergii* por repetición y cada tratamiento. Se aplicó un muestreo probabilístico o aleatorio simple.

3.5 Procesamiento y Análisis de Datos

Se aplicó el análisis de varianza de una vía (ANOVA) y se realizó una comparación de medias con la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%. Los análisis estadísticos se efectuaron utilizando el Software MINITAB versión 18 para Windows. Los indicadores de respuesta fueron el crecimiento (peso / longitud) y la supervivencia de los organismos. La significancia evaluada fue de la siguiente manera:

$P < 0.05$ = Diferencia Significativa

$P > 0.05$ = Diferencia No Significativa

3.6 Aspectos Éticos

Los derechos de autor de las fuentes y referencias bibliográficas citadas en el presente trabajo de investigación, se respetaron estrictamente, de igual manera las fuentes primarias y secundarias de información.

IV. RESULTADOS

4.1 Parámetros de crecimiento de *M. rosenbergii* “camarón”

En la Tabla 3 se presentan los valores de los parámetros de crecimiento del camarón, *Macrobrachium rosenbergii* para cada uno de los tratamientos.

Al inicio del experimento no hubo diferencia significativa para las variables de crecimiento en peso y longitud (Anexo 1 y 3). Luego de realizar el análisis de varianza de las variables al finalizar el experimento, las variables crecimiento en peso y longitud mostraron diferencia estadística significativa ($p < 0,05$) por lo que se aplicó la prueba de Tukey, para determinar la diferencia entre los tratamientos. (Anexo 2 y 4).

Tabla 3. Parámetros de crecimiento del *M. rosenbergii* “camarón” cultivados en jaulas, durante 90 días.

Parámetros	Tratamientos			
	T1(Testigo)	T2	T3	T4
Longitud inicial (cm)	5.15 ± 0.09 ^a	5.14 ± 0.06 ^a	5.17 ± 0.04 ^a	5.16 ± 0.05 ^a
Longitud final (cm)*	8.34 ± 0.03 ^c	8.53 ± 0.07 ^b	8.64 ± 0.03 ^{ab}	8.66 ± 0.03 ^a
Peso inicial (g)	1.13 ± 0.03 ^a	1.11 ± 0.11 ^a	1.10 ± 0.03 ^a	1.12 ± 0.04 ^a
Peso final (g)*	6.03 ± 0.07 ^b	6.13 ± 0.07 ^b	6.27 ± 0.03 ^a	6.32 ± 0.47 ^a
Peso ganado (%)	1.86 ± 0.02 ^a	1.90 ± 0.10 ^a	1.93 ± 0.04 ^a	1.92 ± 0.03 ^a
Peso ganado/día (g)	0.05 ± 0.00 ^a	0.06 ± 0.00 ^a	0.06 ± 0.00 ^a	0.06 ± 0.00 ^a
Conversión de alimento	3.75 ± 0.09 ^a	3.65 ± 0.05 ^a	3.70 ± 0.07 ^a	3.63 ± 0.03 ^a

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

En los Gráficos 1 y 2 se observan las variaciones de crecimiento en peso y longitud de los camarones cultivados en jaulas durante un periodo de 90 días. En ambos gráficos se observa un mayor crecimiento de los camarones del tratamiento T4, quienes alcanzaron un peso y una longitud promedio superior a los obtenidos por los tratamientos T1, T2 y T3, mostrándose la siguiente tendencia: T4>T3>T2>T1.

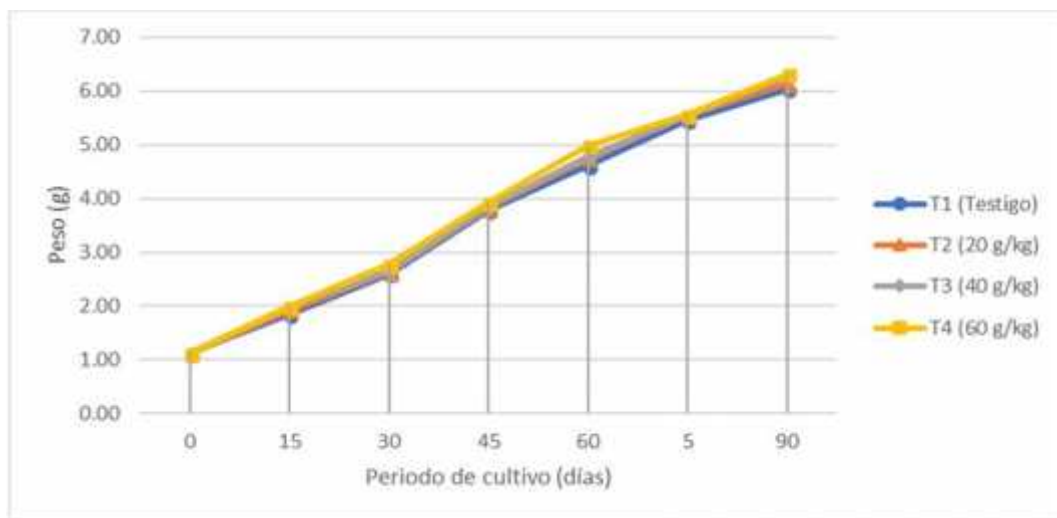


Gráfico 1. Variación del crecimiento en peso (g) del *M. rosenbergii* "camarón", cultivados en jaulas, durante 90 días.

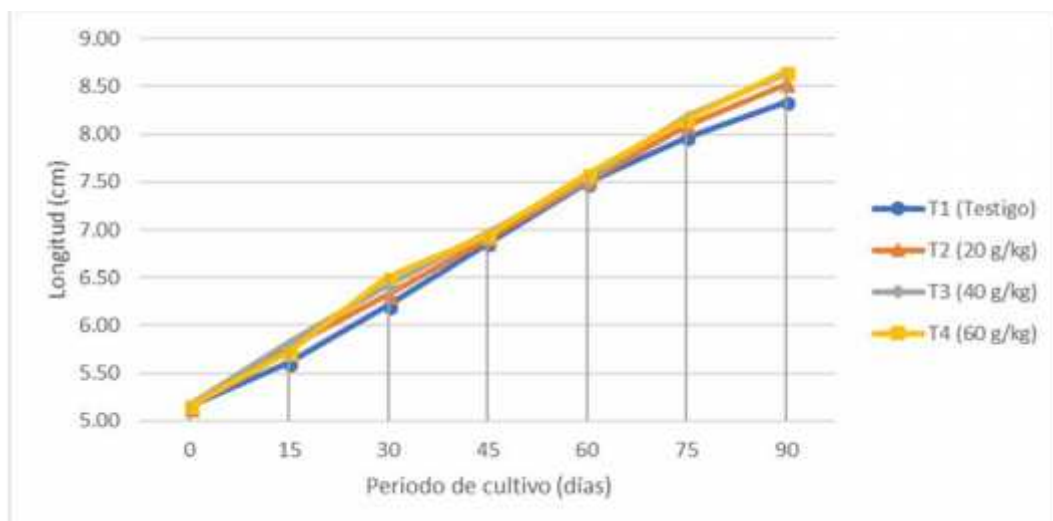


Gráfico 2. Variación del crecimiento en longitud (cm) del *M. rosenbergii* "camarón", cultivados en jaulas, durante 90 días.

En la Tabla 4 se muestran los valores de los parámetros de crecimiento del *M. rosenbergii* "camarón", de acuerdo a la ecuación de Von Bertalanffy, para cada uno de los tratamientos.

La longitud infinita (L_{∞}) estimada presentó su valor máximo en el tratamiento T4 (21.34) en el cual se utilizó fitobiótico a razón de 60g/kg de alimento, coincidiendo con el máximo valor de peso infinito (W_{∞}) calculado (137.33).

Tabla 4. Parámetros de crecimiento del *M. rosenbergii* "Camarón", de acuerdo a la ecuación de Von Bertalanffy.

Tratamientos	Coeficientes					
	L_{∞}	K	t0	q	b	W_{∞}
T1 (Testigo)	19.11	0.0432	-6.28	0.0052	3.36	106.53
T2	20.20	0.0425	-5.91	0.0051	3.35	124.20
T3	20.99	0.0412	-5.86	0.0051	3.35	137.23
T4	21.34	0.0406	-5.81	0.0059	3.28	137.33

La relación de los parámetros de Peso-Longitud de los camarones, se ajustan a un modelo de tipo potencial, indicando que los valores varían de forma parecida; existiendo un alto grado de dependencia o asociación entre ellos, debido a que en la medida que aumenta el peso aumenta la longitud.

En los Gráficos 3, 4, 5 y 6 se presentan la relación Longitud–Peso del *M. rosenbergii* “camarón”, para cada uno de los tratamientos, siendo el tratamiento T4 (60 g/kg), quien presentó una mayor relación en cuanto a la Longitud–Peso de los camarones.

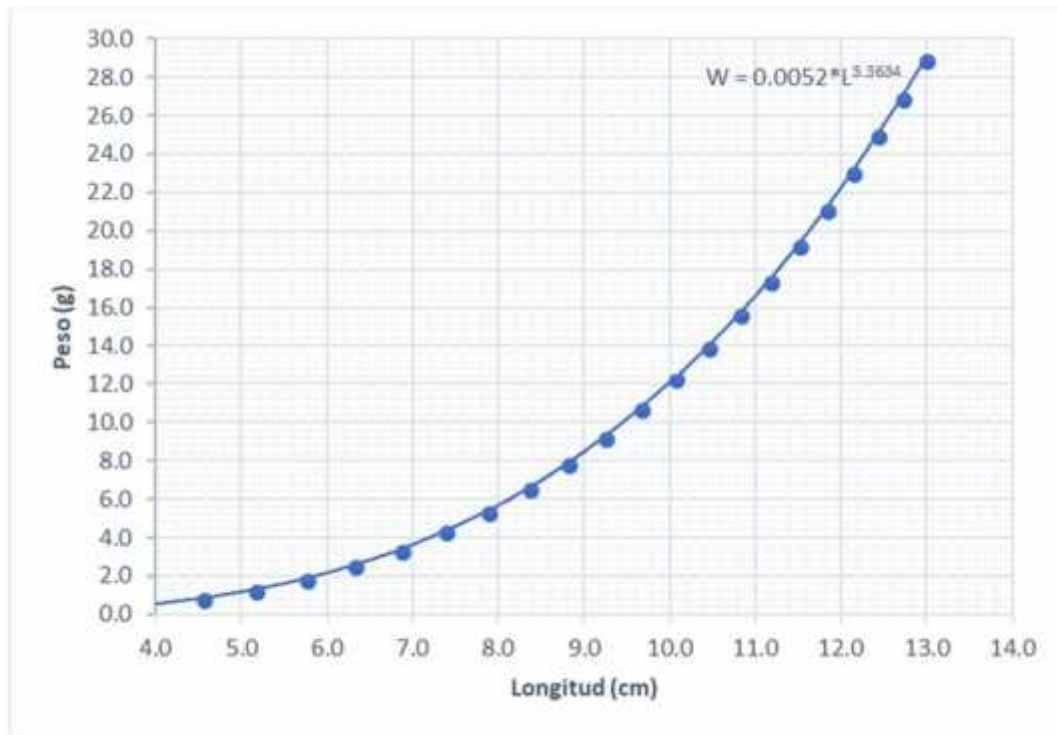


Gráfico 3. Relación longitud-peso de *M. rosenbergii* “camarón” para el Tratamiento T1

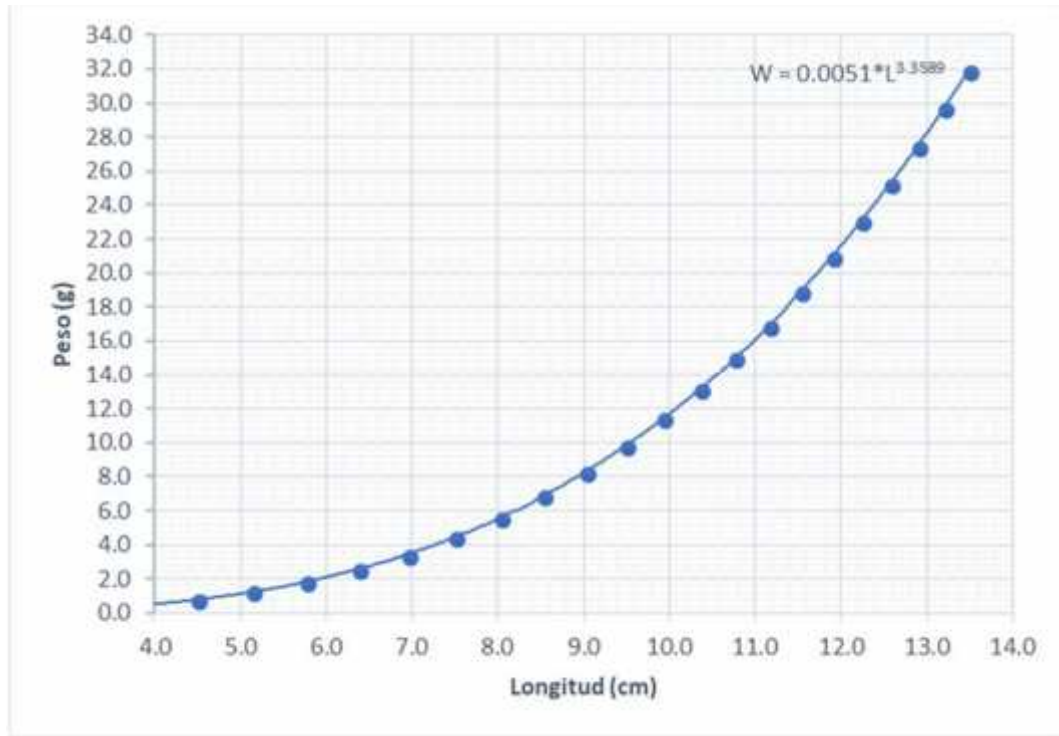


Gráfico 4. Relación longitud-peso de *M. rosenbergii* "camarón" para el Tratamiento T2.

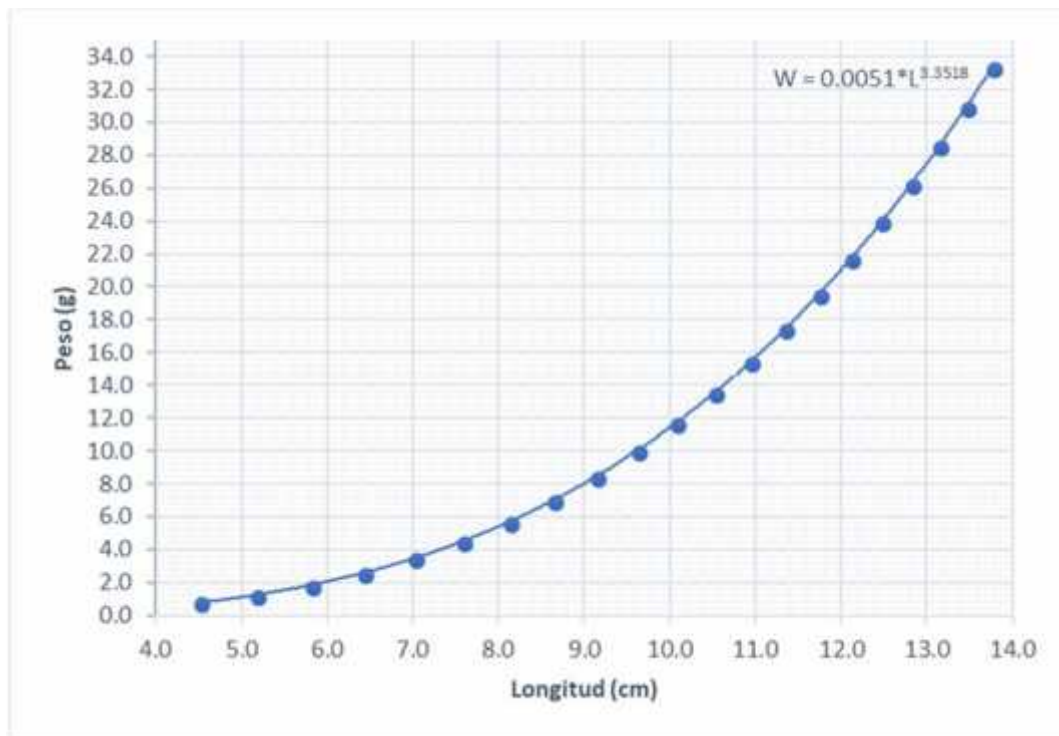


Gráfico 5. Relación longitud-peso de *M. rosenbergii* "camarón" para el Tratamiento T3

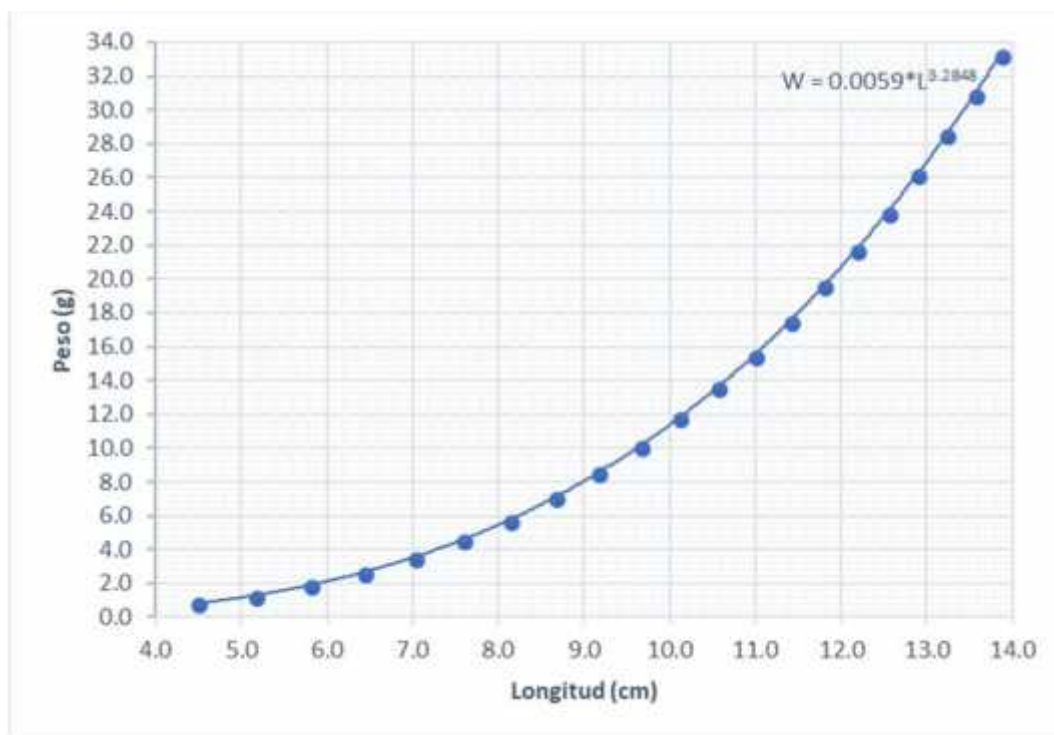


Gráfico 6. Relación longitud-peso de *M. rosenbergii* "camarón" para el Tratamiento T4.

4.2 Supervivencia de *M. rosenbergii* "camarón"

En el Anexo 5 se muestra el análisis de varianza para la variable supervivencia realizado al final del experimento no encontrándose diferencia significativa ($p > 0.05$) entre los tratamientos. En la Tabla 5, se muestra el registro de supervivencia de los camarones al final del experimento. El mayor índice de supervivencia se observó en los camarones del tratamiento T4 con un porcentaje de supervivencia del 88.3%, seguido del tratamiento T3 con 85.0%, el tratamiento T2 con 84.2% y el tratamiento T1 con 83.3%.

Tabla 5. Porcentajes de supervivencia del *M. rosenbergii* "camarón" cultivados en jaulas, durante 90 días.

Tratamientos	Descripción			
	Organismos sembrados	Organismos muertos	Organismos cosechados	Supervivencia (%)
T1 (Testigo)	120	20	100	83.3 ± 7.64a
T2	120	19	101	84.2 ± 6.29a
T3	120	18	102	85.0 ± 7.50a
T4	120	14	106	88.3 ± 3.82a

Valores promedios de la misma columna que comparten la misma letra no muestran diferencia significativa ($P > 0.05$)

4.3 Calidad de Agua en el cultivo de *M. rosenbergii* "camarón"

Todos los parámetros analizados (Tabla 6) indicaron que la calidad de agua ambiente experimentales se mantuvo dentro de los rangos permisibles y recomendados para el cultivo de *M. rosenbergii* "camarón gigante de malasia".

Tabla 6. Registro de los parámetros físico-químicos del agua en el cultivo de *M. rosenbergii* "camarón" en jaulas, durante 90 días.

Parámetros	Valor Promedio
Temperatura (°C)	27.8 ± 0.92
Oxígeno (mg/L)	4.12 ± 1.46
pH	6.45 ± 0.34
Dureza (mg/L)	17.74 ± 2.82
Dióxido de carbono (mg/L)	6.78 ± 1.93

V. DISCUSIÓN

5.1 Parámetros de crecimiento de *M. rosenbergii* “camarón”

Al finalizar el periodo experimental, se encontró diferencia significativa en cuanto al crecimiento en longitud de los camarones, llegado a registrarse longitudes entre 8.34 y 8.66 cm, en un periodo de 90 días, utilizando una densidad de siembra de 40 postlarvas/m³, estos resultados fueron superiores a los obtenidos por (Ruíz, 2001) (38) quien al evaluar cinco densidades de siembra en la fase de engorde del camarón gigante *M. rosenbergii* en 120 días de cultivo, obtuvo una longitud promedio final de 8.42 con la densidad de 7 pl/m². Por otro lado (Arana *et al.*, 2013) (39), quienes evaluaron el índice de mortalidad de los camarones en estanques seminaturales, obtuvieron un mejor resultado en cuanto a la longitud promedio final (14.37 cm), no obstante, estos resultados fueron obtenidos al cabo de 120 días de cultivo.

En cuanto al crecimiento en peso, se reportó mayor crecimiento en los camarones alimentados con dietas con adición de fitobióticos en mayores dosis (T2 = 20 g/kg; T3 = 40 g/kg; T4 = 60 g/kg), obteniendo pesos promedios de 6.13 g (T2); 6.27 g (T3) y 6.32 g (T4), mientras que el peso promedio final obtenida con la dieta testigo fue de 6.03 g. Estos resultados indican que la adición de fitobiótico SANACORE en concentraciones de 20, 40 y 60 g/kg en dietas para *M. rosenbergii* “camarón”, estimula el crecimiento. Estos resultados fueron similares a los obtenidos por (Maguiña, 2007) (40) quien registró un peso promedio final de 6.86 g \pm 1.78 en un policultivo camarón-tilapia utilizando una densidad de 10

pl/m² en un periodo de 90 días. Por otro lado, los resultados obtenidos en el presente trabajo fueron mejores a los reportado por (Yee *et al.*, 1995) (41) quienes obtuvieron un peso promedio final de 1.84 g ± 0.77 en cultivo de *M. rosenbergii* utilizando una densidad de 50pl/m² en un periodo de cultivo de 60 días.

Loa camarones alimentados con un alimento con 32% de PB (Proteína Bruta) y con diferentes dosis de adición de fitobiótico (0, 20, 40 y 60g/kg), crecieron en promedio entre 0.05 - 0.06 g/día, en tanto (Arana *et al.*, 2013) (39) quienes evaluaron el índice de mortalidad del *M. rosenbergii* en estanques seminaturales, utilizando alimento con tenores proteicos de 32 y 35%PB y una tasa de alimentación entre 13-3.5%, obtuvieron mejores resultados, registrando una ganancia de peso diario de 0.23 g/día en un periodo de 120 días de cultivo. Asimismo (Ruíz, 2001) (38) registró mejores resultados en cuanto a la ganancia de peso diario, obteniendo valores entre 0.2704 - 0.3262 g/día, en cultivo de camarón donde probó cinco densidades de siembra utilizando un alimento comercial con 28%PB.

La conversión alimenticia en el presente estudio, tuvo una variación entre 3.63 – 3.75, siendo estos valores muy altos y similares a lo obtenido por (Arana *et al.*, 2013) (39) quienes registraron una conversión alimenticia de 3.30 en el cultivo de *M. rosenbergii* en estanques seminaturales. Mejores resultados fueron obtenidos por (39) quienes registraron valores de conversión alimenticia entre 1.57-2.46 en un estudio donde evaluaron tres dietas con diferente tenor proteico (25, 28 y 35%PB) en el cultivo de postlarvas de langostino de río *M. rosenbergii*.

La relación Longitud-Peso para los tratamientos T1, T2, T3 y T4 mostraron un crecimiento potencial durante el periodo de cultivo, siendo el tratamiento T4 quien obtuvo una mayor relación Longitud-Peso, pudiendo estimarse el peso a partir de la longitud total por medio de la siguiente ecuación $W= 0.0059*L^{3.2848}$ este comportamiento fue diferente a lo obtenido por (Holschmit, 1990) (42) quien indica que el peso del camarón malayo puede estimarse a partir de la longitud total por medio de la siguiente ecuación $W= 0.00001159*L^{3.11}$. Asimismo (Maguiña, 2007) (40) registró para el mejor de sus tratamientos la siguiente ecuación $Y= 0.1337*X^{3.11}$ la misma que utilizó para estimar el peso del *M. rosenbergii*, siendo este valor inferior a lo reportado en el presente trabajo.

5.2 Supervivencia de *M. rosenbergii* “camarón”

Al final del periodo de cultivo se registraron supervivencias de 85%, 88.3%, 83.3% y 84.2% para los tratamientos T1, T2, T3 y T4 respectivamente, siendo estos valores superiores a los obtenidos por (Luna *et al.*, 2007) (43) quienes evaluaron tres dietas con diferentes contenidos proteicos en el cultivo de *M. rosenbergii*, utilizando una densidad de 50 postlarvas/m², obteniendo al final del cultivo supervivencias entre el 50 y 65 %, del mismo modo (Yee *et al.*, 1995) (41) registraron valores de supervivencia similares a los obtenidos en el presente trabajo, quienes al evaluar el uso de precriaderos de *M. rosenbergii* a una densidad de 50 postlarvas/m² obtuvieron una supervivencia de 80.97%. Otros resultados similares fueron reportados por (Ruíz, 2001) (38) utilizando cinco densidades de siembra obtuvo supervivencias entre 71.4% y 88.7%. Por otro lado (Arana *et al.*, 2013) (39) quienes evaluaron el índice de mortalidad en el cultivo

de *M. rosenbergii* en estanques seminaturales obtuvieron un mayor porcentaje de supervivencia (95%), utilizando una densidad de 5 postlarvas/m², siendo estos valores superiores a los obtenidos en el presente trabajo, teniendo en cuenta solo el porcentaje de supervivencia, mas no la densidad de siembra.

5.3 Calidad de agua en el cultivo de *M. rosenbergii* “camarón”

En el presente trabajo se registró un valor promedio de temperatura de 27.8 ± 0.92 , estos valores se encuentran dentro del rango de 18 y 35°C recomendado por (New, 1980) (44) y de 18 y 34°C recomendado por (New & Singholka, 1984) (45); estos investigadores mencionan también que la temperatura es un factor muy importante para el crecimiento y supervivencia de los camarones en cultivo. (Landkamer, 1994) (46) reporta rangos menos amplios desde 26 a 30°C en trabajos realizados en *Macrobrachium rosenbergii*. (47) reportan que el *M. rosenbergii* requiere un rango de temperatura entre 25 y 30 °C para un óptimo crecimiento y desarrollo.

El valor promedio de oxígeno en el presente trabajo fue de 4.12 ± 1.46 mg/L, (D'abramo *et al.*, 2003) (48) recomiendan que el oxígeno disuelto debería estar mantenido siempre sobre los 3 mg/L; mientras que (Webster & Tidwell, 1995) (49) recomiendan concentraciones mínimas de 4 mg L⁻¹; lo cual indica que el valor obtenido en el presente estudio estuvo dentro del rango permisible para el cultivo de camarón. Sin embargo (Tidwell *et al.*, 2003) (50) reportaron valores promedios para el oxígeno de 7.5 y 7.7 ± 0.1 mg/L respectivamente en cultivos

con juveniles de camarón, siendo estos valores mayores a los reportados en el presente estudio.

El valor promedio de pH obtenido en el presente estudio fue de 6.45 ± 0.34 , este valor se encuentra por debajo de 9.0, valor que no debe ser sobrepasado según recomendaciones de (Tidwell *et al.*, 2002) (51) ; este mismo autor en el 2003 trabajando con juveniles de camarón encontró valores de 9.0 ± 0.0 valores que serían considerados crítico. Nuestro resultado también concuerda con lo recomendado por (New, 1980) (44) y por (D'abramo *et al.*, 2003) (48) quienes reportaron que los valores óptimos de pH deberían encontrarse entre 7.0 y 8.5, mientras que (Orbegoso, 2000) (52) recomienda rangos óptimos entre 6.5 y 7.5. Asimismo (D'abramo *et al.*, 2003) (48) recomienda mantener los cultivos con un rango de pH entre 6.5 a 9.5.

Autores como (Arana *et al.*, 2013) (39) registraron un valor promedio de dureza de 18 ± 6.85 mg/L, además mencionan que este parámetro es importante en los procesos de cultivo del *M. rosenbergii*, ya que favorece la formación y endurecimiento de las estructuras quitinosas de esta especie. El valor promedio de dureza en el presente trabajo fue de 17.74 ± 2.82 mg/L, siendo estos valores similares a lo registrado por los mencionados autores. Sin embargo, otros autores como (Yee *et al.*, 1995) (41) registraron un valor promedio de dureza elevado, entre 90 a 155 mg/L.

Respecto al CO₂, se registró un valor promedio de 6.78 ± 1.93 mg/L, siendo este valor cercano a lo reportado por (Arana *et al.* 2013) (39) quienes registraron un valor promedio de 5.80 ± 2.59 mg/L.

VI. CONCLUSIONES

1. La adición del fitobiótico SANACORE en el alimento balanceado, influye sobre la variable de crecimiento en peso y longitud ($p < 0.05$) de los camarones, más no influye en la variable de supervivencia ($p > 0.05$).
2. La adición de fitobiótico a razón de 60 g/kg de alimento (T4), afectó positivamente el crecimiento en peso de los camarones en cultivo.
3. La supervivencia de los camarones aumenta al incrementar las concentraciones de fitobiótico al alimento balanceado.
4. Respecto a los parámetros físico-químicos del agua se concluye que estos estaban dentro de los rangos normales para el cultivo de la especie.
5. Los resultados indican que el uso de fitobióticos es una alternativa factible que puede ser desarrollada a mayor escala en la región Loreto.

VII. RECOMENDACIONES

- ❖ En futuras investigaciones se recomienda trabajar con otras dosis de adición de fitobiótico, con el fin de determinar una concentración óptima.
- ❖ Se recomienda realizar estudios similares utilizando densidades menores a las utilizadas en el presente trabajo, con la finalidad de determinar la densidad optima en cultivo.
- ❖ Realizar otros trabajos de investigación con *M. rosenbergii* “camarón” a fin de promover su cultivo a pequeña y mediana escala en la región Loreto.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Valle JC, Coutteau P, Hernandez G. Engormix. [Online]; 2016. Disponible en: <https://www.engormix.com/MA-acuacultura/articulos/efecto-aditivo-funcional-sobre-t7772/p0.htm>.
2. Goarant C, Reynaud Y, Ansquer D, Decker S, Saulnier D, Le Roux F. Molecular epidemiology of *Vibrio nigripulchritudo*, a pathogen of cultured penaeid shrimp (*Litopenaeus stylirostris*) in New Caledonia. *Systematic and Applied Microbiology*. 2006;(29): p. 570-580.
3. Fuller R. Historia y desarrollo de los probióticos. *Probióticos: La base científica*. 1992.
4. Gongora CM. Mecanismos de resistencia bacteriana ante la medicina actual. En. Barcelona: McGraw-Hill; 1998. p. 1-456.
5. Klaenhammer TD, Kullen MJ. Selection and design of probiotics. *Food Microbiology*. 1999;(50): p. 45-47.
6. Weston DP. Environmental considerations in the use of antibacterial drugs in aquaculture. *Aquaculture and water resources management*. 1996;; p. 140-165.
7. Kautsky N, Ronnback P, Tedengren M, Troell M. Ecosystem perspectives on management of disease in shrimp pond farming. *Aquaculture*. 2000;; p. 145-161.

8. Schwarz S, Kehrenberg C, Walsh TR. Use of antimicrobial agents in veterinary medicine and food animal production. *Antimicrobiology Agents*. 2001;(17): p. 431-433.
9. Sotomayor M, Balcázar JL. Inhibición de vibrios patógenos de camarón por mezclas. *Revista Aquatic*. 2003;(19): p. 9-15.
10. Citarasu T. Biomedicina herbal: Una nueva oportunidad para la acuicultura. *Aquaculture*. 2010; p. 403-414.
11. Rattaachaikusopon P. Potencial del Aceite de Cebollino Chino como antimicrobiano natural para el control de infecciones generadas por *Flavobacterium columnare* en Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*). *Sociedad Japonesa de ciencias pesqueras*. 2009; p. 1431-1437.
12. Gabor EF. Efectos de algunos Phytoaditivos sobre el crecimiento, salud y calidad de la carne en diferentes especies de peces. *Ciencia animal y Biotecnologías*. 2010; p. 43.
13. FAO. El estado mundial de la pesca y acuicultura. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. 2016; p. 244.
14. FAO. El estado mundial de la pesca y acuicultura. [Online]; 2014. Acceso 12 de abril de 2018. Disponible en: <http://www.fao.org/assets/infographics/FAO-infographic-SOFIA-2014-es.pdf>.
15. APROMAR. La acuicultura en España 2017. Asociación empresarial de acuicultura en España. 2017; p. 93.

16. Valle JC, Coutteau P, Hernández-González G. Efecto de un aditivo funcional sobre la productividad en el cultivo de camarón ecuatoriano: Demostración a escala piloto. [Online]; 2016. Acceso 13 de mayo de 2018. Disponible en: <https://www.engormix.com/acuacultura/articulos/efecto-aditivo-funcional-sobre-t32901.htm>.
17. Cuéllar-Anjel J, Vaca A, Chamorro R, Dager S, Coutteau P. Effect of a botanical-based feed additive on productivity and economics of semi-intensive shrimp farming in Panama. En: In Paper presented at X International Shrimp Culture Symposium & Exhibition Panamá; 2011 p. 4-6.
18. Loc HT, Phuc NH, Oanh HB, Trang DN, Wu NH, Ceulemans S. Experimental challenge show the potential of functional feed additives for EMS/AHPND prevention. In Aqua Culture Asia Pacific Magazine. p. 38-40.
19. Integrated Taxonomic Information System. ITIS Report. [Online]; 2018. Acceso 12 de junio de 2018. Disponible en: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=96343#null.
20. FAO. Programa de información de especies acuáticas *Macrobrachium rosenbergii*. [Online]; 2004. Acceso 23 de julio de 2018. Disponible en: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Macrobrachium_rosenbergii/es#tcN800C5.

21. Pinheiro MA, Helbing NJ. Biología de *Macrobrachium rosenbergii*. Carcinocultura de agua doce: Tecnología para producción de camarones. 1998; p. 21-46.
22. Ling S. The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii*. FAO Fish. 1969; p. 589-606.
23. Holthuis LB. Cultivo de Camarón de agua dulce: El cultivo de *Macrobrachium rosenbergii*. Blackwell Science. 2000; p. 15.
24. Ribeiro PA, Logato PV. Crianza de camarones de agua dulce. Universidad Federal de Minas Gerais.
25. Gatnau R. 3tres3. [Online]; 2007. Acceso 17 de junio de 2018. Disponible en: http://www.3tres3.com/buscador/buscador.php?buscando=recerca&b_sección=t.
26. Mao F, Piao X, Lai C, Li D, Xing J, Shi B. Effects of β -glucan obtained from the Chinese herb *Astragalus membranaceus* and lipopolysaccharide challenge on performance, immunological, adrenal, and somatotropic responses of weanling pigs. *Journal of Animal Science*. 2005;(83).
27. Crespi V, Coche A. Glosario de acuicultura. En. Roma: FAO; 2008. p. 25-118.
28. López-Paredes I. Fitobiótico: La fórmula para conseguir el máximo beneficio en producción animal. [Online]; 2015. Acceso 25 de mayo de 2018. Disponible en: <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/fitobiotico-formula-conseguir-maximo-t32803.htm>.

29. Perić L, Žikić D, Lukić M. Application of alternative growth promoters in broiler production. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 2009;(25): p. 387-397.
30. Montoya-Márquez JA, Sanchez-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. Arroyo R. Estadística aplicada a la investigación: Diseños experimentales. Iquitos: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.
32. SEBRAE. Engorda de camarao da Malasia. Serie perfil de projetos. 1999; p. 33.
33. PingSuan L, Hochman E. Shrimp growth functions and their economic implications acuacultural engineering. Elsevier Science Publishers Ltd. 19993;(12): p. 81-96.
34. Pauly D. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. p. 49.
35. Csirke B. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. p. 82.
36. Sparre P. Introduction to tropical fish stock assessment. FAO/DANIDA. 1985; p. 33.
37. Watanabe WO, Wicklund RY, OllaB BL, Ernest DH. *Annu Gulf and Caribbean*.
38. 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 Martín, Facultad de Ciencias Agrarias.
39. Arana N, García L, Reátegui J. Índice de mortalidad en el cultivo de camarón gigante de agua dulce (*Macrobrachium rosenbergii*) en estanques seminaturales en Loreto, Perú. *Ciencia Amazónica*. 2013; III (2): p. 96-103.
 40. Maguiña-Mendoza 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. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Biológicas.
 41. Yee S, Sazo OA, Góngora F, Melgar E. Evaluación del uso de precriaderos para la siembra de camarón de agua dulce, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879). Seminario para conferir el título profesional de técnico universitario en acuicultura. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Estudios del Mar y.
 42. Holschmit MK. Manual técnico para el cultivo y engorda del langostino malayo. FONDEPESCA. 1990.
 43. Luna M, Graziani C, Villarroel E, Lemus M, Lodeiros C, Salazar G. Evaluación de tres dietas con diferente contenido proteico en el cultivo de postlarvas de langostino de río *Macrobrachium rosenbergii*. *Zootecnia Tropical*. 2007; 25(2): p. 1-9.

44. New M. El potencial del cultivo de *Macrobrachium* en Latinoamérica. Revista Latinoamericana de Acuicultura. 1980; p. 49-61.
45. New M, Singholka S. Cultivo de camarón de agua dulce. Manual para el cultivo de *Macrobrachium rosenbergii*. 1984; p. 1-118.
46. Landkamer D. Aquaculture on Guam: The potential for freshwater prawn production. Aquaculture Magazine. 1994; 20(1): p. 60-63.
47. Ra'anani Z, Cohen D. The production of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in Israel. Selective stocking of size subpopulations. Aquaculture. 1983;(31): p. 369-379.
48. D'abramo L, Ohs C, Fondren M, Steeby J, Posadas B. Culture of freshwater prawns in temperate climates: Management and economics. Mississippi Agricultural and Forestry. 2003; p. 1-23.
49. Webster C, Tidwell J. Diets, feeding, and production of freshwater prawn in Kentucky. Aquaculture Magazine. 1995; 21(6): p. 47-60.
50. Tidwell J, Coyle S, Bright L, Vanarnum L, Weibel C. The effects of size grading and length of nursery period on growth and population structure of freshwater prawns stocked in temperate zone ponds with added substrates. Aquaculture. 2003; p. 209-218.
51. Tidwell J, Coyle S, Durhorow R, Dasgupta S, Wurts W, Wynne F. KSU Prawn Production Manual. Kentucky State University Aquaculture Program. 2002;; p. 1-45.

52. Orbegoso O. Análisis competitivo de la experiencia de desarrollo del cultivo del camarón de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii* en San Martín. En. Tarapoto; 2000. p. 1-65.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de la longitud promedio inicial de postlarvas de *M. rosenbergii* "Camarón", cultivados en jaulas, durante 90 días de cultivo.

Fuente	GL	SC Ajust	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	3	0.001500	0.000500	0.13	0.939
Error	8	0.030400	0.003800	---	---
Total	11	0.031900	---	---	---

Anexo 2. Análisis de varianza de la longitud promedio final de postlarvas de *M. rosenbergii* "Camarón", cultivados en jaulas, durante 90 días de cultivo.

Fuente	GL	SC Ajust	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	3	0.18496	0.061653	34.57	0.000
Error	8	0.01427	0.001783	---	---
Total	11	0.19923	---	---	---

Anexo 3. Análisis de varianza del peso promedio inicial de postlarvas de *M. rosenbergii* "Camarón", cultivados en jaulas, durante 90 días de cultivo.

Fuente	GL	SC Ajust	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	3	0.001625	0.000542	0.15	0.925
Error	8	0.028400	0.003550	---	---
Total	11	0.030025	---	---	---

Anexo 4. Análisis de varianza del peso promedio final de postlarvas de *M. rosenbergii* "Camarón", cultivados en jaulas, durante 90 días de cultivo.

Fuente	GL	SC Ajust	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	3	0.15796	0.052653	19.03	0.001
Error	8	0.02213	0.002767	---	---
Total	11	0.18009	---	---	---

Anexo 5. Análisis de varianza de la supervivencia de postlarvas de *M. rosenbergii* "Camarón", cultivados en jaulas, durante 90 días de cultivo.

Fuente	GL	SC Ajust	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	3	43.23	14.41	0.34	0.796
Error	8	337.50	42.19	---	---
Total	11	380.73	---	---	---

Anexo 6. Fotografías registradas durante el cultivo de postlarvas de *M. rosenbergii* "Camarón" en jaulas, durante 90 días.



Foto 2. Área de Estudio: Fundo "Don Alfredo".



Foto 3. Aclimatación de los camarones.



Foto 4. Distribución de las Unidades Experimentales.



Foto 5. Biometría de los camarones previos a la siembra.



Foto 6. Siembra de los camarones en sus respectivas unidades experimentales.



Foto 7. Colecta de camarones para su respectiva biometría.



Foto 8. Biometría de los camarones (Longitud).



Foto 9. Biometría de los camarones (Peso).



Foto 10. Equipos utilizados para la medición de los parámetros físico-químicos del agua.