



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

EFECTO DE UN CONCENTRADO  
SOLUBLE DE PESCADO COMO  
AGENTE DE CRECIMIENTO E  
INMUNOESTIMULANTE EN  
*LITOPENAEUS VANNAMEI*

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
MAESTRO EN SANIDAD ACUÍCOLA

DAVID OSCAR TEJADA CASTAÑEDA

LIMA - PERÚ

2023



**ASESOR**

Dr. CARLOS SHIVA RAMAYONI

**JURADO DE TESIS**

MG. CIELO AYDELI LLERENA ZAVALA

PRESIDENTE

MG. LUIS MIGUEL JARA SALAZAR

VOCAL

MG. CARLOS EDUARDO SMITH DAVILA

SECRETARIO

**DEDICATORIA**

A TI, MADRE

MARIA SILVIA CASTAÑEDA RIOS DE TEJADA

## **AGRADECIMIENTO**

“Al ver el resultado logrado,  
solamente se me ocurre una palabra: ¡Gracias!

Deseo expresar mi agradecimiento al Dr. Carlos Shivas, por el apoyo y la dedicación que ha brindado a esta investigación, por el respeto a mis ideas y sugerencias y por la dirección que ha facilitado a las mismas.

Por su atención y orientación a mis consultas sobre metodología, mi agradecimiento al Dr. Enrique Serrano

Al programa Ciencia activa del CONCYTEC por el apoyo financiero brindado al programa de Maestría en Sanidad Acuícola de la UPCH.

Este trabajo fue desarrollado como parte de un proyecto de investigación, con un fondo de financiamiento del PNIPA al CITE acuícola UPCH, mediante contrato PNIPA-PES-SIADE-PP-000038.

Un trabajo de investigación es también apoyado por las personas que nos estiman, sin las cuales no tendríamos la fuerza que nos anima a crecer como personas y como profesionales.

Gracias a mi familia, a mis padres y a mi hermana, por su apoyo y consideración

Gracias en especial a mi pareja Angélica por su paciencia, comprensión y apoyo, sin su apoyo no podría haber seguido, y por eso, este trabajo es también el suyo.

A todos, muchas gracias.

## **FINANCIAMIENTO**

La realización de esta tesis para optar el grado de Maestro en Sanidad Acuícola ha sido posible gracias al apoyo financiero brindado al Programa de Maestría en Sanidad Acuícola de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, subvencionado por FONDECYT del CONCYTEC, Convenio de Gestión N° 230-2015-FONDECYT-DE- PROMOCIÓN 3.

Al Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura (PNIPA), por el financiamiento de esta tesis, mediante el proyecto PNIPA-PES-SIADE-PP-000038 “Nuevos usos para el concentrado de solubles de pescado como agente inmunoestimulante y de crecimiento en organismos modelos vivo”.

# EFFECTO DE UN CONCENTRADO SOLUBLE DE PESCADO COMO AGENTE DE CRECIMIENTO E INMUNOESTIMULANTE EN LITOPENAEUS VANNAMEI

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>11</b> %	<b>11</b> %	<b>2</b> %	<b>2</b> %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>aprenderly.com</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>2</b>	<b>biotecnia.unison.mx</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>3</b>	<b>www.posgradoupch.pe</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>4</b>	<b>es.slideshare.net</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>5</b>	<b>repositorio.lamolina.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>6</b>	<b>dspace.unitru.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>7</b>	<b>repositorio.unan.edu.ni</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>8</b>	<b>www.slideshare.net</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %

## TABLA DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
III.	MARCO TEÓRICO.....	5
IV.	ANTECEDENTES.....	12
V.	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO .....	14
VI.	HIPÓTESIS.....	15
VII.	OBJETIVOS .....	15
	7.1. Objetivo general .....	15
	7.2. Objetivos específicos.....	15
VIII.	METODOLOGÍA .....	16
	8.1. Lugar de estudio .....	16
	8.2. Diseño de estudio .....	16
	8.3. Población.....	17
	8.4. Criterios de inclusión y exclusión .....	17
	8.5. Tamaño de muestra .....	18
	8.6. Transporte y aclimatación de larvas .....	19
	8.7. Parámetros de calidad de agua para el cultivo de langostinos .....	20
	8.8. Área experimental y sistema de cultivo .....	21
	8.8.1. Recambio de agua .....	21
	8.8.2. Aireación .....	22
	8.9. Alimento.....	22
	8.9.1. Concentrado soluble de pescado .....	22
	8.9.2. Elaboración de alimento.....	23
	8.9.3. Frecuencia y tasa de alimentación.....	25
	8.10. Recolección y procesamiento de muestras o datos .....	25

8.11.	Toma de muestra de parámetros zootécnicos .....	26
8.12.	Protocolo de extracción de Hemolinfa.....	27
8.13.	Parámetros inmunológicos .....	28
8.14.	Plan de análisis de datos.....	32
8.15.	Consideraciones éticas .....	33
IX.	RESULTADOS .....	34
X.	DISCUSIÓN .....	43
XI.	CONCLUSIONES .....	51
XII.	RECOMENDACIONES .....	52
XIII.	BIBLIOGRAFÍA .....	53
XIV.	ANEXOS .....	

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue evidenciar la eficacia del Concentrado de Soluble de Pescado (CSP), que contiene un alto valor proteico y de perfil de aminoácidos, en remplazo de la harina de pescado en las dietas de langostinos *Litopenaeus vannamei*, por medio de la evaluación de parámetros zootécnicos e inmunológicos. Para esto se prepararon 3 tratamientos experimentales y 1 control, donde los tratamientos tendrían remplazo de harina de pescado por CSP en las siguientes proporciones T1: 0% CSP, T2: 25% CSP, T3: 75% CSP y Tc: alimento comercial, esta experimentación tuvo un tiempo de ejecución de 102 días. Los parámetros zootécnicos fueron tomados cada 15 días y los parámetros inmunológicos al final de la experimentación. Los resultados zootécnicos detallaron que los tratamientos T2 y Tc obtuvieron los máximos resultados en pesos y tallas, no existiendo diferencias estadísticas entre los grupos experimentales. Los parámetros inmunológicos se obtuvieron resultados de recuento total de hemocitos ( $113,0 \pm 2,00 \times 10^5$  células/ml), actividad del anión superóxido ( $0,065 \pm 0,005$  O.D.), actividad de fenoloxidasa ( $0,068 \pm 0,001$  D.O.), actividad de lisozima ( $0,101 \pm 0,002$  U/ml), proteína plasmática ( $137.1 \pm 14,67$  mg/ml) y la actividad bactericida ( $72,9 \pm 1.9\%$ ), lo que indica que el CSP sirvió como un agente promotor del crecimiento obteniendo los mismos resultados que el alimento comercial. Con los resultados obtenidos se concluye que el CSP puede ser considerado como una alternativa para su utilización en el remplazo de la harina de pescado para alimento de langostinos

Palabras clave: Concentrado Soluble de Pescado. Parámetros zootécnicos

Parámetros Inmunológicos.

## ABSTRACT

The objective of the study was to demonstrate the efficacy of the Soluble Fish Concentrate (CSP), which contains a high protein value and amino acid profile, in replacement of fishmeal in the diets of *Litopenaeus vannamei* prawns, by evaluating of zootechnical and immunological parameters. For this, 3 experimental treatments and 1 control were prepared, where the treatments would have replacement of fish meal by CSP in the following proportions T1: 0% CSP, T2: 25% CSP, T3: 75% CSP and Tc: commercial feed, this experimentation had a run time of 102 days. The zootechnical parameters were taken every 15 days and the immunological parameters at the end of the experimentation. The zootechnical results detailed that the T2 and Tc treatments obtained the maximum results in weights and sizes, with no statistical differences between the experimental groups. The immunological parameters were obtained: total hemocyte count ( $113.0 \pm 2.00 \times 10^5$  cells/ml), superoxide anion activity ( $0.065 \pm 0.005$  O.D.), phenoloxidase activity ( $0.068 \pm 0.001$  O.D.), lysozyme activity. ( $0.101 \pm 0.002$  U/ml), plasma protein ( $137.1 \pm 14.67$  mg/ml) and bactericidal activity ( $72.9 \pm 1.9\%$ ), indicating that CSP served as a growth promoting and immunostimulating agent, obtaining the same results as the commercial food. With the results obtained, it is concluded that the CSP is very attractive for its use in the replacement of fishmeal for shrimp feed.

Key words: Soluble Fish Concentrate. Immunological paramet

## I. INTRODUCCIÓN

En Perú la actividad langostinera está ubicada en la zona norte principalmente en los departamentos de Tumbes y Piura, siendo el langostino uno de los recursos más exportados y aceptados por el mercado europeo y americano. Los cultivos de Langostinos se iniciaron en Perú en el departamento de Tumbes en la década de los 70 del siglo pasado, debido a su importancia comercial se convirtió en uno de las actividades más rentables y de mayor importancia económica en la región de Tumbes (PRODUCE, 2020)

Las enfermedades en el cultivo de langostinos son el principal factor causante de pérdidas económicas, enfermedades infecciosas como la Necrosis Hematopoyética, el virus del Taura y el síndrome de las manchas blancas, enfermedad de la necrosis hepatopancreática infecciosa son causantes de muertes masivas en los cultivos de langostinos. Por lo que el sector acuícola está en busca de estrategias de producción que aseguren la obtención de una mayor producción de calidad al menor costo posible (Arteaga *et al.*, 2017)

En la actualidad el cultivo de langostinos se enfrenta a diversos problemas como el elevado costo de producción, impactos ambientales y enfermedades, por esta razón se evalúan nuevas tecnologías que puedan mejorar el sistema de cultivo y convertirlo en un sistema más rentable (PRODUCE, 2020).

La industria pesquera en sus diferentes líneas de producción la de mayor interés económico en Perú es la producción de harina de pescado que representa el 70% de las exportaciones pesqueras en nuestro país, logrando producir hasta el 30% de la harina de pescado mundial (Mary, 2022).

La producción de harina de pescado genera diversos tipos de residuos entre sólidos

y líquidos, que al ser tratados por procesos físicos y químicos producen nuevos productos como el Concentrado soluble de pescado (CSP) que tiene un alto potencial alimenticio por sus elevados niveles de aminoácidos, minerales y vitaminas que pueden ser aprovechados en la alimentación de los sistemas acuícolas (Mejía, 2017).

El concentrado soluble de pescado ha sido utilizado en suplementación alimenticia de bovinos, así mismo se han realizado experimentaciones básicas donde se suplemento el alimento de trucha arcoíris con CSP y se obtuvieron resultados favorables. El CSP por sus altos valores nutricionales puede remplazar a la harina de pescado brindando mejores perspectivas en los parámetros productivos e inmunológicos. Siendo así el objetivo del presente estudio, evidenciar la eficacia del Concentrado de Soluble de Pescado (CSP) sobre los índices zootécnicos y su efecto inmunoestimulante en el cultivo de langostinos.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La acuicultura en América Latina está concentrada en pocos países de los que destacan Ecuador, Chile, Brasil y Perú representando el 70% de la producción acuícola anual (FAO, 2020). Actualmente Perú se ubica en el séptimo puesto del ranking elaborado por la FAO, siendo el cultivo de del langostino de la variedad *Litopenaeus vannamei* el de mayor desarrollo y explotación, situándolo entre los tres mayores exportadores de langostinos del mundo (Moreira, 2016).

En los últimos años la industria pesquera en Perú ha utilizado tecnología de punta para obtener la mayor eficiencia en la producción de harina de pescado, sin embargo, uno de los principales problemas es el impacto medioambiental que ejerce la emisión de sus efluentes líquidos como el agua de cola y aguas industriales, estos efluentes contienen un alto valor de nutrientes y material orgánico provocando la desoxigenación del agua de mar y alteraciones en los sedimentos marinos (Denegri, 2015).

Actualmente estos efluentes son tratados por medios físicos y químicos uno de los tratamientos más utilizados es la evaporación de estos líquidos industriales (agua de cola) formando concentrados de alto valor proteico, este concentrado puede reingresar a la producción de harina para elevar su nivel proteico o ser comercializado con el nombre de Concentrado Soluble de Pescado (CSP) para suplementación alimentaria en animales (Verde, 2013).

Uno de los principales problemas del cultivo de langostinos es el alto costo de suplementos alimenticios que son utilizados para mejorar la producción a nivel de peso - talla y estimular la inmunidad de los langostinos aumentando su resistencia a enfermedades (Arteaga *et al.*, 2017).

Se ha evaluado que el CSP contiene un alto contenido proteico, vitaminas, aminoácidos libres, minerales, péptidos, aceite residual y compuestos bioactivos, el CSP al tener estas elevadas concentraciones puede ser usado como materia prima o suplementación alimenticia (Silva, 2019)

Este estudio permitirá evaluar las propiedades nutricionales e inmunoestimulante del CSP, al utilizarse como remplazo de la harina de pescado en la dieta de langostinos. Para la evaluación de los efectos del CSP en la dieta de langostinos se realizarán pruebas bioquímicas, fisicoquímicas e inmunológicas, con la que podremos determinar efectos a nivel del sistema inmune y productivo. Confirmada su eficacia nutricional e inmunológica en el langostino se podrá utilizar como suplementación alimenticia, remplazando el uso de productos inmunoestimulantes de alto costo.

### **III. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Acuicultura mundial:**

La acuicultura es la actividad productiva con mayor crecimiento mundial, incrementando su producción de 1 millón de toneladas anuales en 1950 hasta la actualidad que se logra producir más de 52.5 millones de toneladas, esta actividad genera alimentos ricos en proteínas y vitaminas (FAO, 2020).

Existen poco más de 580 especies acuáticas que vienen siendo cultivadas en sistemas acuícolas en el mundo, observando su amplio desarrollo en los últimos 30 años y la disminución de la pesca marina, se prevé que en el futuro más del 80% de los productos acuáticos provengan de la acuicultura (FAO, 2020).

#### **3.2 Acuicultura en Perú:**

Perú tiene el potencial para desarrollarse como uno de los principales países que desarrollen la acuicultura, esto se fundamentaría en la creciente demanda de pescado que ya no es satisfecha por la explotación marina, por tal motivo la acuicultura es la actividad productiva encargada de generar este recurso y satisfacer la demanda de la población. (PNIPA 2019).

En Perú la acuicultura se inició en 1934 con la introducción de *Oncorhynchus mykiss* “trucha arcoíris” con fines deportivos, iniciando la primera forma de cultivo acuícola en Perú. En los años 70 se introdujo *Litopenaeus vannamei* “langostinos” en el país donde se desarrolló cultivos semi-intensivos. En 1998 el cultivo de

langostinos disminuye drásticamente por el ingreso de WSSV, también llamado el virus de la mancha blanca provocando grandes pérdidas económicas (FAO, 2020).

En Perú, la acuicultura se desarrolla con mayor énfasis en algunas zonas destacando los cultivos de langostinos en la región Tumbes (93,4 %) y Piura (6,6 %), la producción de concha de abanico se desarrolla en Pisco, Ancash y Piura. En la sierra, se realiza el cultivo de trucha por presentar el ambiente idóneo para esta especie, concentrando su cultivo en las regiones de Junín (40,93 por ciento) y Puno (45,18 por ciento). En la selva peruana, pueden encontrarse cultivo de peces amazónicos (gamitana, paco y boquichico) para consumo local (PRODUCE, 2020).

### **3.3 Cultivo de langostinos:**

El cultivo de langostino en el continente americano se extiende desde el norte del golfo de California hasta Tumbes – Perú, este cultivo se desarrolla en climas tropicales siendo este tipo de clima el idóneo para el desarrollo del langostino, en Perú, se ha desarrollado este cultivo en las ciudades de Tumbes y Piura, donde los principales requerimientos ambientales como la temperatura son óptimas para el desarrollo del cultivo de langostinos (Murcia, 2020).

### **3.4 Mecanismo de defensa de los langostinos:**

En un organismo se define como inmunidad a la resistencia natural o adquirida ante una enfermedad o agente infeccioso. En el caso de langostinos han desarrollado inmunidad innata, encargándose de la defensa sistemas humorales y celulares.

Cuando un agente patógeno rebasa el exoesqueleto se deberá enfrentar a una serie de factores inmunológicos, enfrentando la acción de hemocitos, proteínas plasmáticas y otros agentes para lograr la eliminación del agente patógeno (Grijalva, 2015).

### **3.5 Hemocitos:**

Cuando se presenta un proceso de infección por algún microorganismo o parásito se desencadena la respuesta inmune, donde los hemocitos estimulados por glucógenos realizan la fagocitosis, proceso por el cual se ingesta pequeñas partículas extrañas (Feng, 2014).

### **3.6 Proteínas plasmáticas:**

Las proteínas plasmáticas mejoran la eficiencia de la respuesta inmune, estas proteínas tienen como función principal el reconocimiento del patógeno, reaccionan a los marcadores incrementan la respuesta inmune del hospedero. Las proteínas plasmáticas están constituidas principalmente por aglutininas de unión a azúcares, también denominadas lectinas o hemaglutininas (Lan *et al.*, 2014).

### **3.7 Fenoloxidasa:**

La Fenoloxidasa participa en la reparación de heridas y la melanización, en los langostinos encontramos fenoloxidasa dentro de los hemocitos como una enzima inactiva llamada profenoloxidasa, cuando los hemocitos son estimulados por

bacterias u otros agentes patógenos generan la activación de la enzima profenoloxidasa produciendo la liberación de la fenoloxidasa (Wang *et al.*, 2015).

### **3.8 Lisozimas:**

La lisozima es estimulada ante la presencia de bacterias u otros patógenos, ejerciendo una función antibacterial desarrollando una defensa inmune no específica en los langostinos, la lisozima posee una alta actividad lítica contra una gran variedad de especies de bacterias. En *Litopenaeus vannamei* comprende el 4% de las proteínas de los hemocitos (Plascencia *et al.*, 2020).

### **3.9 Aniones de superóxido:**

Durante el proceso de eliminación de un patógeno o microorganismo se producen compuestos microbicidas como los aniones de superóxido ( $O_2^-$ ), peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ), iones hidróxido ( $OH^-$ ), estos compuestos pueden ser específicos para destruir las paredes celulares de los agentes infecciosos (Chandran *et al.*, 2016).

### **3.10 Cultivo de langostinos en Perú:**

EL Ministerio de la Producción reporta que en Perú hay 85 langostineras activas, que producen langostinos a mediana y gran escala, ubicadas en el norte del Perú en los departamentos de Tumbes y Piura (Produce, 2020).

En Perú se inició el cultivo de langostinos en 1971 en Tumbes – en la bahía de Puerto Pizarro, iniciando las investigaciones el Instituto del Mar del Perú (IMARPE), realizando diversas evaluaciones y concluyendo que las especies *Penaeus vanannamei*, *Penaeus occidentalis* y *Penaeus stylirostris* son viables para el cultivo en Perú (PNIPA, 2019).

### **3.11 Problemática del cultivo de langostinos en Perú:**

En los años de 1982 y 1983 se presentó el fenómeno del niño, fenómeno que azota las costas de Perú con fuertes lluvias, las intensas lluvias en Tumbes perjudicaron los cultivos originando pérdidas estructurales y mortandad de los langostinos (Flores, 2018).

En el año de 1998 el fenómeno del niño afectó la infraestructura de las langostineras y fue la causa de una alta mortandad de langostinos (MIPE, 2000).

En 1999 en el mes de agosto, Perú estuvo en alerta mundial por la aparición del virus de las manchas blancas (WSSV) en langostinos, el virus se distribuyó hacia el sur llegando a Zarumilla, lo que provocó una mortandad del 80% al 90% generando grandes pérdidas económicas (Córdova, 2000).

En el año 2000 los sistemas acuícolas de langostinos se vieron obligados a buscar nuevas técnicas de producción para asegurar que su producción tenga el mayor rendimiento, generando alternativas como suplementos alimenticios, medicamentos, vacunas entre otros (Ccaccya, 2019).

La acuicultura de langostinos actualmente se enfrenta a diversos desafíos como los elevados costos de producción, impactos medio ambientales y enfermedades que merman las ganancias, por lo que se están buscando nuevas tecnologías para mejorar el cultivo tanto en producción como en sanidad del langostino (Atoche, 2015)

### **3.12 Sector pesquero en Perú:**

Perú es considerado como uno de los principales países pesqueros a nivel mundial destacando las exportaciones de harina y aceite de pescado, Perú produce el 30% de la harina de pescado mundial seguido de Chile que produce el 15%, China, Tailandia, EEUU, Islandia y Dinamarca son otros países importantes en la producción de harina de pescado (FAO, 2020).

### **3.13 Problemática del Sector Pesquero en Perú:**

En la actualidad la industria pesquera ha incrementado sus niveles de producción aplicando nuevas tecnologías, sin embargo, como todo sistema de producción genera residuos principalmente efluentes líquidos, como el agua de cola y otras aguas industriales. Estos efluentes están compuestos por un alto nivel de materia orgánica entre grasas, proteínas y sólidos, que al ser vertidos al mar peruano sin previo tratamiento producen cambios drásticos del agua y los fondos marinos (Contreras, 2019).

### **3.14 Concentrado Soluble de Pescado:**

En la actualidad los efluentes son tratados por medios físicos y químicos para lograr su concentración y generar otros productos como el concentrado soluble de pescado (CSP), dependiendo de la calidad del CSP puede ser reincorporado a la harina de pescado para elevar su nivel proteico o ser vendido como suplementación alimenticia para piensos, uno de sus principales destinos es Ecuador donde utilizan el CSP para suplementar alimentos de ganado. (Silva, 2019).

En este proyecto de investigación, se establecerá un protocolo que permita evaluar las propiedades nutricionales y el efecto inmunoestimulante del Concentrado Soluble de Pescado (CSP) en langostinos.

#### IV. ANTECEDENTES

En un estudio realizado en *Litopenaeus vannamei*, se evaluó el crecimiento de langostinos alimentados con diferentes dietas y 1 control alimento con pellet comercial, en la elaboración del alimento para los langostinos se sustituyó la harina de pescado por harinas elaboradas con desechos de origen marino, obteniendo como resultados de supervivencia de 100% en los tratamientos, excepto con el alimento comercial, donde la supervivencia fue de 70%. En el estudio realizado se obtuvo un mayor crecimiento en peso en los langostinos alimentados con las harinas de desechos marinos respecto a los alimentados con alimento comercial, concluyendo que la sustitución de la harina de pescado con harinas de desechos marinos aumenta el crecimiento de los langostinos y mejora su supervivencia (Toyes, 2016).

Un estudio realizado en el 2020 publicado en la revista científica Aquaculture ha demostrado el gran potencial de la harina de subproductos de aves de corral como reemplazo de la harina de pescado en alimentos para *Litopenaeus vannamei*. El estudio tuvo una duración durante 56 días, formulando 5 tipos de dieta donde se realizó la sustitución de harina de pescado por harina de otro origen animal, el estudio tuvo como resultado el crecimiento de todos los grupos de forma simétrica sin presentar diferencia significativa en los pesos y tallas, así mismo en los ensayos de infección con patógenos virales no se encontró diferencia significativa entre las respuesta de todo los grupos, concluyendo que la sustitución de harina de pescado por harinas de otro origen son viables, generando e impulsando nuevas investigaciones de mezclas en las que se incluyan aditivo y propongan nuevas

formulaciones alimenticias mejorando la productividad de los langostinos (McLean, 2020).

Se realizó un estudio de suplementación alimenticia en langostinos y tilapias, donde se evaluó el efecto de diversas dietas con ensilados de residuos de la concha de abanico *Argopecten purpuratus* en el desarrollo de machos de camarón de río *Cryphiops caementarius* en co-cultivo con alevines de tilapia *Oreochromis niloticus*. Se utilizaron 72 camarones y 48 tilapias en 3 grupos experimentales de 25%, 50% y 75% de remplazo de harina de pescado por ensilado y 1 grupo control con alimento comercial. El estudio tuvo como resultado el crecimiento de los camarones y tilapias sin apreciar diferencia significativa, así mismo se registró los mejores crecimientos en las dietas de % de remplazo, concluyendo que es factible la sustitución de harina de pescado generando mejores rentabilidades con el mismo beneficio de crecimiento (Terrones, 2016).

## V. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

El agua de cola es uno de los residuos de la producción de harina de pescado por lo que se han implementado tecnologías para dar un nuevo uso a este efluente, produciendo nuevos productos como el concentrado soluble de pescado.

Este concentrado soluble de pescado presenta elevado contenido de proteínas, vitaminas, minerales, aminos, aceite residual y compuestos bioactivos. Por esta razón resulta de vital importancia aprovechar las propiedades nutricionales que presenta este insumo (Silva, 2019)

El destino comercial del CSP actualmente es el mercado ecuatoriano por lo que es esencial realizar investigación para poder aplicar el uso de este insumo en el Perú (Guevara, 2014). Investigaciones realizadas en trucha donde se utilizó el CSP en la dieta tuvieron efectos positivos, también se ha realizado en camarones obteniendo una alta digestibilidad por encima de alimentos comerciales.

La finalidad de la investigación es evidenciar las propiedades nutricionales y el efecto inmunoestimulantes del Concentrado Soluble de Pescado (CSP) en langostinos, como resultados se espera que la aplicación del CSP en la dieta de langostinos mejoren los parámetros de crecimiento y tenga efecto positivo en el desarrollo inmune, obteniendo así un nuevo producto que alto valor nutricional e impulsador inmunológico que remplace a productos importados de alto costo.

## **VI. HIPÓTESIS**

El Concentrado de Soluble de Pescado (CSP) genera un mayor rendimiento en el crecimiento y la estimulación inmunológica de los langostinos en comparación al pienso comercial.

## **VII. OBJETIVOS**

### **7.1 Objetivo general**

Evidenciar la eficacia del Concentrado de Soluble de Pescado (CSP) sobre el crecimiento y su efecto inmunoestimulante en el cultivo de langostinos.

### **7.2 Objetivos específicos**

- Evaluar el efecto del Concentrado Soluble de Pescado sobre los parámetros productivos longitud y peso en el langostino
- Evaluar el efecto del Concentrado Soluble de Pescado como inmunoestimulante en el Recuento total de hemocitos, actividad de fenoloxidasa y aniones superóxido en langostinos.
- Evaluar el efecto del Concentrado Soluble de Pescado como inmunoestimulante en la concentración de proteínas plasmáticas, aumento de lisozima y actividad bactericida de la hemolinfa de los langostinos.

## **VIII. METODOLOGÍA**

### **8.1 Lugar de Estudio:**

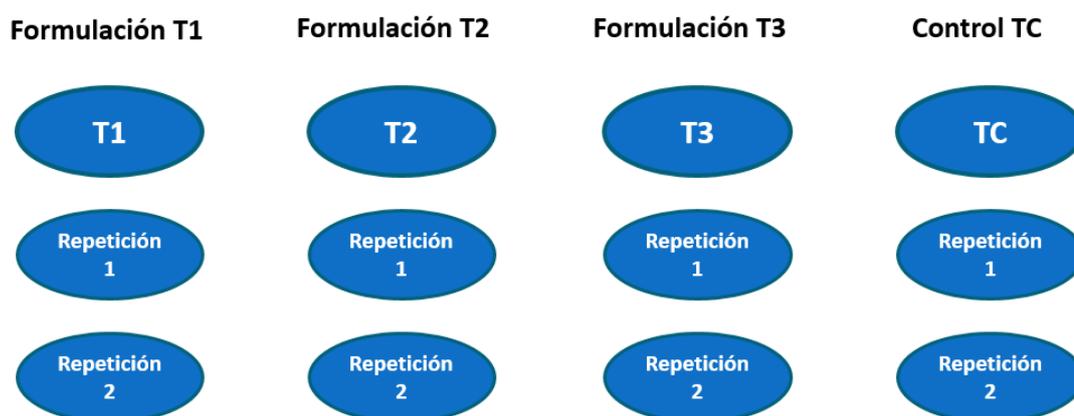
Los langostinos se cultivaron en módulos experimentales ad-hoc en las instalaciones del Cite Acuícola Quebrada Verde de la Universidad Cayetano Heredia, ubicada en Kilometro 60,5 Carretera Cabo Blanco, 20830 Quebrada Verde, Piura, Perú.

### **8.2 Diseño del estudio:**

El tipo de estudio realizado fue experimental, el estudio comenzó el 22 de mayo, terminando el 01 de setiembre 2021, teniendo una duración total de 102 días.

Los langostinos fueron distribuidos al azar en 3 tratamientos experimentales y un control, cada tratamiento tuvo 2 repeticiones, los langostinos fueron ubicados en tanques de 500 litros a una densidad de cultivo de 200 individuos/m<sup>3</sup>. Cada tratamiento experimental conto con una dieta alimenticia de diferentes porcentajes de sustitución de la harina de pescado por CSP, el experimento tuvo una duración de 102 días, los porcentajes de sustitución de harina de pescado en las dietas se detallan a continuación:

- Formulación T1: Dieta con 100 % harina de pescado prime (HPP), sin concentrado soluble de pescado (CSP)
- Formulación T2: Dieta con el 25 % de reemplazo de HPP por CSP
- Formulación T3: Dieta con el 75 % de reemplazo de HPP por CSP
- Control TC: Alimento comercial para langostinos.



**Figura 1:** Diseño experimental conformado por 3 tratamientos y 1 control, cada grupo con 2 repeticiones.

### 8.3 Población

Las post-larvas de *Litopenaeus vannamei* “langostinos” obtenidas para la investigación fueron producidas en ATISA que cuenta con la certificación internacional de calidad para ejercer estos protocolos de obtención de post-larvas asegurando que estén libres de patógenos. Todas las post-larvas utilizadas son del mismo lote de producción.

### 8.4 Criterios de inclusión y exclusión

Criterio de inclusión: Langostinos vivos que estén dentro de la experimentación de dietas.

Criterio de exclusión: Langostinos muertos que estén dentro de la experimentación de dietas.

## 8.5 Tamaño de muestra

Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó la fórmula de diferencia de medias y proporciones (Dawson 2004), y se tomará la ganancia de peso como el indicador primario, en base a datos obtenidos en estudios previos, se identificó que la ganancia de peso promedio con una dieta comercial estándar durante la etapa de engorde es de 9 gramos (peso inicial promedio de 21 gramos y peso final promedio de 30 gramos) en un período de 3 meses (0.1 gramo/día). Se determinó que una ganancia de peso mínimamente aceptable con una formulación de alimento alternativa sería 10% mayor a la obtenida con la dieta comercial (0.11 gramos/día). Asumiendo que los alimentos alternativos llevarían a una ganancia de peso de 9.9 gramos (peso inicial promedio de 21 gramos y peso final promedio de 30.9 gramos) en un período de engorde de 3 meses, un error de varianza intragrupo de 5.5 (con 3 tanques por cada formulación, es decir, módulos experimentales duplicados), un poder de estudio de 80% y un error alfa aceptable de 5%, se calculó que el mínimo número de especímenes por cada módulo experimental para que el estudio sea capaz de detectar un aumento de peso 10% mayor con las formulaciones estándar en relación a la dieta control, sería de 100 especímenes por tanque, equivalente a una densidad de siembra de 200 especímenes/m<sup>3</sup>

Para el diseño experimental se contó con 12 módulos experimentales, por cada módulo se utilizó 100 langostinos necesitando un total de 1200 langostinos para la experimentación (Chandran *et al.*, 2016).

El tamaño de la muestra para análisis inmunológicos se calculó mediante la fórmula de diferencia de medias (Dawson 2004), se utilizó la variable de recuento de hemocitos como valor basal (Shandram, 2016), el recuento de hemocitos del grupo control fue de 143 cel/ml-1 y una desviación estándar  $S=$ de 4,3. El valor esperado con el mejor tratamiento es un aumento de al menos el 10% de la media basal o grupo control 157 cel/ml-, resultando el tamaño de muestra calculado en 4 individuos por cada repetición de cada tratamiento.

### **8.6 Transporte y Aclimatación de larvas:**

Las larvas fueron obtenidas por medio de la Empresa ATISA empresa dedicada a la acuicultura de langostinos. Las larvas obtenidas fueron analizadas para verificar la calidad aplicando lo indicado en el Manual de Buenas prácticas de manejo para el cultivo de camarón (Rojas, 2005) realizando la observación directa de las siguientes características: actividad de la larva, fototropismo, hilo fecal, presencia/ausencia de bioluminiscencia y uniformidad de tallas.

EL transporte de las post-larvas al área de experimentación fue realizado por la empresa ATISA, la cual cumple con todos los protocolos para el transporte seguro de las post-larvas.

Las post-larvas tuvieron un periodo de aclimatación de 2 semanas antes de ser sometidas a la experimentación, las larvas fueron alimentadas con Nicovita Terap alimento comercial que contiene 35% Proteínas, 5%Grasa, 12%Humedad y 12% cenizas, cumpliendo con los requerimientos alimenticios de los langostinos, asegurando el buen desarrollo de los langostinos, así mismo se controlaron los parámetros de calidad de agua en el cultivo (Rojas, 2005), el oxígeno disuelto ( 4

– 9 mg/l), temperatura ( 26 -32 °C) , pH (7 – 9) estos parámetros fueron obtenidos con un multiparámetro Thermo orion A215 de 0.01 de sensibilidad para los parámetros de oxígeno, pH y temperatura.

### 8.7. Parámetros de calidad de agua para el cultivo de Langostinos

Los parámetros necesarios para el cultivo óptimo de langostinos se especifican en la Tabla 1.

**Tabla 1. Determinación de parámetros físicos y químicos de la calidad de agua**

Parámetro	Horario	Instrumento/método	Precisión
Temperatura (diario)	08:00-14:00-17:00 h	Thermo orion A215	0,01° C
Oxígeno Disuelto (diario)	08:00-14:00-17:00 h	Thermo orion A215	0,01 mg/L
pH (diario)	08:00-14:00-17:00 h	Thermo orion A215	0,01

*Parámetros obtenidos con equipo calibrado con 0.01 de sensibilidad en cada parámetro.*

Los requerimientos de calidad de agua para el cultivo de langostinos se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2. Requerimiento de calidad de agua para cultivo de langostinos:**

Parámetro	Rango
Temperatura	30° C a 32° C
Oxígeno Disuelto	mayor a 3,0 mg/L
pH	7,2 a 8,5
Salinidad (ppt)	33 a 35

*Fuente: Buenas Prácticas de Manejo Para el Cultivo de Camarón.*

## **8.8. Área experimental y Sistema de cultivo**

El área experimental estuvo conformada por un invernadero de 108m<sup>2</sup> , con una altura de 3m y un techo semicircular. La estructura del invernadero fue hecha por cobertura de polietileno transparente con espacio de ventana corredizas para aeración del invernadero.

El sistema de cultivo estuvo compuesto por doce (12) tanques separados de forma equidistante, los tanques eran fibra de vidrio con una capacidad de 500L.

El sistema de cultivo contaba con flujo cerrado a través de tuberías las cuales eran abastecidas con agua del estero Puerto Rico en Tumbes.

El Agua antes de ser utilizada era almacenada y tratada con tiosulfato y EDTA.

### **8.8.1 Recambio de agua**

Los recambios de agua se realizaron mediante tuberías, instaladas directamente en cada tanque. La tasa de recambio de agua vario de 1 % a 10 % por día, esto estaba sujeto a que los parámetros de calidad de agua se mantengan dentro del rango óptimo para el crecimiento de los langostinos.

Para la evacuación de agua y sedimentos se utilizó una válvula de escape ubicada en la parte inferior del tanque, permitiendo eliminar excesos de agua y evacuar residuos de alimento no consumido, heces, exoesqueletos de la muda, etc.

### 8.8.2 Aireación

El cultivo tuvo aireación constante las 24 horas durante todo el periodo de experimentación, la aireación se realizó mediante un blower de 2.5 Hp de potencia que abasteció de aire a los 12 tanques con un sistema de manguerillas, válvulas y piedras difusoras.

### 8.9 Alimento:

**8.9.1 Concentrado Soluble de Pescado (CSP):**El CSP se caracteriza por tener un mínimo de 30% de proteína cruda, este producto se obtiene mediante la evaporación del agua de prensa producida durante el proceso de cocción en la fabricación de la harina de pescado (Ortiz, 2003).

La composición proximal del CSP (Tabla 3) con el que se trabajó fue obtenida mediante informe de ensayo AG-090315, realizado por el laboratorio acreditado Bureau Veritas.

**Tabla 3. Valor nutritivo del Concentrado soluble de pescado**

<b>CONCENTRADO SOLUBLE DE PESCADO</b>		
<b>NUTRIENTES</b>		
Humedad	5.10	g/100 g
Carbohidratos	0.00	g/100 g
Proteína	70.27	g/100 g
Grasa	4.90	g/100 g
Fibra	0.00	g/100 g
Ceniza	19.73	g/100 g
Energía - Carbohidratos	0.00	%
Energía - proteínas	86.44	%
Energía - grasas	13.56	%
Energía Total	325.18	kcal/100 g

*Fuente: informe de ensayo AG-090315 - laboratorio acreditado Bureau Veritas*

### 8.9.2 Elaboración de Alimento:

La elaboración de las dietas experimentales se realizó en la Planta de Alimentos Balanceados de la Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina. La formulación de cada dieta fue la misma variando el porcentaje de harina de pescado y CSP (Tabla 4).

El aporte proteico fue realizado por la harina de pescado prime y torta de soya. Para los compuestos energéticos, arroz partido, harina de trigo alto en gluten y aceite crudo de pescado, para el aporte de fósforo se utilizó, el fosfato dicálcico. Fuente de vitaminas, la Premezcla (Rovimix Acuicultura), la vitamina C (Rovimix Stay-35), el cloruro de colina al 60%. Los aditivos orgánicos, oligosacáridos (Biomos), Probióticos y enzimas (Simbiótico), Ligante (Goma xantana), inhibidor de hongos (Ácido propiónico), y antioxidante BHT.

El alimento se separó en tres tratamientos con diferentes concentraciones de CSP formulándose de la siguiente forma: formulación T1 = 0% de CSP y 100% de harina de pescado prime (HPP), formulación T2 = 25% de CSP y 75% harina de pescado prime (HPP), formulación T3 = 75% de CSP y 25% de harina de pescado y un Control Tc= Alimento comercial de marca Optiline 35% #5 de 1.9-3mm Extruido con valores nutricionales indicado en la Tabla 5.

**Tabla 4. Valor nutricional de las dietas T1, T2 y T3**

<b>Nutrientes (%)</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Materia seca	90.19	90.52	91.02
Proteína	35.00	35.00	35.00
Fibra	2.02	2.08	2.03
Grasa	7.00	6.48	6.81
ED. langostino, Mcal/kg	3.60	3.60	3.60
Lisina	2.26	2.21	2.16
Metionina	0.78	0.76	0.76
Cistina	0.46	0.43	0.38
Arginina	2.19	2.22	2.24
Histidina	0.85	0.76	0.65
Isoleucina	1.58	1.52	1.47
Leucina	2.59	2.52	2.44
Fenilalanina	1.61	1.45	1.26
Tirosina	1.21	1.08	0.93
Treonina	1.36	1.34	1.31
Triptófano	0.44	0.43	0.41
Valina	1.79	1.75	1.70
Met.+cist	1.22	1.19	1.20
Fen.+tir	2.78	2.73	2.66
Ac.gs.n-3	1.43	1.19	1.09
Ac.gs.n-6	1.5	1.50	1.75
Fosforo total	1.09	1.12	1.13
Calcio	1.22	1.22	1.22
Sodio	0.3	0.47	0.70
Potasio	1.03	1.29	1.58
Cloro	0.28	0.58	0.96

*Fuente: informe de ensayo AG-090315 - laboratorio acreditado Bureau Veritas*

**Tabla5. Valor nutricional del alimento comercial Optiline 35% #5 Extruido**

<b>Propiedad</b>	<b>Rango</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad de medida</b>
Humedad	Max.	11.0	%
Proteína	Min.	35.0	%
Grasa	Min.	6.0	%
Fibra	Max.	3.0	%
Ceniza	Max.	12.0	%

*Fuente: Ficha técnica Optiline 35*

### 8.9.3 Frecuencia y Tasa de alimentación

Los langostinos fueron alimentados 4 veces al día, en los horarios de 8:00, 12:00, 18:00 y 00:00 durante el primer mes de crecimiento, posterior a este periodo se cambió la frecuencia a 3 veces por día en horario 08:00, 14:00 y 20:00.

La tasa de alimentación de muestra en la Tabla 6.

**Tabla 6. Tabla de Alimentación**

Semanas de cultivo experimental	Tasa de alimentación (%)
1 a 2	15 a 10
3 a 6	10 a 8
7 a 10	8 a 3
10 a 14	2

*Fuente: Guillermo, 2022.*

### 8.10 Recolección y procesamiento de muestras o datos

Durante la experimentación se realizaron medidas biométricas quincenales para evaluar (peso y talla), estos muestreos se realizaron tomando 20 langostinos por cada repetición de cada grupo experimental, la toma de muestra se realizó considerando los protocolos de buenas prácticas de manejo acuícola (ABCC, 2012).

Para los parámetros inmunológicos se realizó el muestreo al final de la experimentación en el día 102, tomando 4 langostinos de cada repetición obteniendo un total de 12 langostinos por tratamiento, estos análisis inmunológicos se realizaron con los langostinos enteros como muestra, los cuales serán capturados y transportados hacia los laboratorios de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UPCH para su procesamiento.

### 8.11 Toma de muestra de parámetros zootécnicos

Los parámetros zootécnicos se calcularon en base a las biometrías longitud y peso (Bayona, 2012), se realizaron estos registros cada 15 días desde el inicio de la experimentación, las medidas fueron realizadas a las primeras horas del día antes de suministrar el primer alimento, se registraron los valores de 20 langostinos de cada posa experimental, obteniendo un total de 60 medidas por cada grupo experimental.

•**Peso corporal promedio (PC):** se pesaron quincenalmente 20 langostinos de cada grupo experimental desde el primer día hasta el final del estudio.

$$PC = \frac{\text{Suma de pesos totales de langostinos}}{\text{Número de langostinos pesados}}$$

•**Consumo de alimento:** se registró semanalmente el consumo semanal y acumulado de cada grupo hasta el final del experimento.

•**Ganancia diaria de peso (GDP):** Es el promedio de peso al final del experimento de los langostinos, dividido entre el número de días del experimento.

$$GPD = \frac{P_i - P_f}{\text{Número de días del experimento}}$$

P<sub>i</sub>= Peso inicial de los langostinos en vivo

P<sub>f</sub>= Peso final de los langostinos en vivo

•**Factor conversión alimenticia (FCA):** Esta variable fue obtenidas de acuerdo a las variables anteriores, a través de la siguiente fórmula:

$$\text{FCA} = \frac{\text{Kilogramos de alimento consumidos}}{\text{Ganancia de peso}}$$

•**Supervivencia:** Se determinó realizando el conteo del número total de langostinos vivos al final del experimento en cada uno de los módulos de experimentación.

### **8.12 Protocolo de extracción de Hemolinfa**

La toma de muestra se realizó en un espacio acondicionado para los langostinos, con baja temperatura y poca luminosidad, los langostinos fueron anestesiados con eugenol, con una concentración de 400 µl de eugenol por 1 litro de agua.

Para la toma de muestra se necesitó contar con jeringas, prevista de anticoagulante sin EDTA; el volumen se mantuvo en la proporción 1:1 de hemolinfa con anticoagulante, Estas jeringas deben mantenerse a 4°C hasta su uso.

Para la extracción de hemolinfa, se tomó al individuo con una de las manos, asegurando que esté bien sujeto, se secó la parte ventral completamente para evitar que la hemolinfa tenga contacto con el agua. Se expuso la parte ventral del langostino y ubicamos la jeringa entre la parte final del cefalotórax e inicio del abdomen en el seno ventral del langostino. Una vez ubicado el punto de extracción, se recolecto la hemolinfa insertando la jeringa y retirando suavemente el émbolo para realizar la extracción.

El volumen a extraído en langostinos fue de entre 100 a 200µl de hemolinfa; esto dependió principalmente del tamaño del individuo y las pruebas a realizar.

Una vez obtenida la hemolinfa se homogenizo en la jeringa, retirando la aguja y colocando el contenido en microtubos estériles de 0.6ml o 1.5ml., así mismo estas muestras de hemolinfa fueron refrigeradas a 4°C.

### **8.13 Parámetros inmunológicos.**

Los parámetros inmunológicos a evaluar detallados en el presente protocolo se basan en lo descrito por (Chandran et al., 2016).

- **Recuento de hemocitos totales:**

Para el recuento de hemocitos totales se trabajó con hemolinfa de cada langostino, según lo descrito por (Chandran et al., 2016) y (Brokordt et al., 2019).

El recuento de hemocitos totales se realizó utilizando la cámara de Neubauer y el microscopio óptico; los hemocitos fueron diluidos previamente en PBS 1X a una proporción de 1:1, tomando 10 µl de hemolinfa, la dilución fue puesta en un microtubo con 10µl de PBS 1X, posteriormente se homogenizo y se tomó 10 µl del contenido del microtubo para realizar el conteo en la cámara de Neubauer.

Finalizado el recuento de todas las muestras, se debe realizar el cálculo del número total de células (THC), utilizando la siguiente fórmula: (El resultado se expresa en número de células/ml)

$$\text{THC} = \text{N}^\circ \text{ Células promedio} \times 10^4 \times \text{factor de dilución/ml}$$

- **Evaluación de la actividad de fenoloxidasa**

La evaluación de la actividad de fenoloxidasa (PO) se estandarizó con los protocolos descritos por (Huang et al., 2010) y (Vieira et al., 2010), quienes realizaron la evaluación de la actividad de PO en plasma mediante la formación de dopacromos en L-DOPA. Viera et al. (2010) realizó un ensayo miniaturizado, utilizando microplaca de titulación de 96 pocillos, lo cual permite utilizar una menor cantidad de plasma por muestra.

El pre-tratamiento de la muestra se realizó según lo descrito por (Huang et al., 2010), centrifugando la hemolinfa (muestra tomada con anticoagulante) a 8000 g por 10 minutos a 4°C. Se recuperando el plasma, el cual puede almacenarse a -80°C si no se realizará la prueba inmediatamente.

La evaluación de la actividad de PO mediante la formación de dopacromos se detectó mediante espectrofotometría, los resultados obtenidos se definen por la formación de dopacromos debido a la actividad enzimática de PO, donde los valores de Densidad Óptica (D.O.) más altos corresponden a que hubo actividad enzimática, tal como lo detalla (Chandran et al., 2016)

Los valores de D.O fueron hallados con el uso de un espectrómetro (490 nm).

- **Concentración de proteína plasmática**

Para la evaluación de la concentración de la proteína plasmática, se trabajó con la modificación del protocolo descrito por (Lowry, 1951) “Micro Lowry assay”, citado por (Chandran et al., 2016).

Esta prueba se realizó con el plasma, el cual se encontró en una concentración entre 0-25µg, por lo cual se diluyó previamente en agua destilada estéril. Se estandarizó

la dilución de las muestras en una proporción 1:100; así mismo las muestras ya se encontraban diluidas previamente con el anticoagulante en 1:2, considerándose que la dilución final es de 1:200.

Esta prueba también requiere controles a base de albúmina sérica de bovino en distintas concentraciones (rango 150µg/ml a 1000µg/ml)

Los resultados de la concentración de proteína plasmática se obtuvieron mediante la curva estándar realizada con los controles, donde el eje X será la D.O. obtenida y el eje Y la concentración. Con la fórmula de la curva estándar obtenida, se realizó el cálculo de concentración de proteína plasmática para cada muestra, los resultados fueron expresados en µg/ml o mg/ml.

Los valores de D.O fueron hallados con el uso de un espectrómetro (650 nm).

- **Ensayo de aniones superóxido**

La determinación de la producción de anión superóxido celular fue realizada según el protocolo de (Song y Hsieh, 1994) citado por (Chandran et al., 2016).

Para la evaluación de aniones superóxido, se trabajó con hemocitos diluidos en MCHBSS, a una concentración de 10<sup>7</sup> cel/ml, cada muestra de hemolinfa obtenida fue centrifugada a 8000 g por 10 minutos a 4°C, colocando el sobrenadante (plasma) en otros microtubos, y separando el pellet formado.

El resultado de anión superóxido será proporcional al aumento de D.O. obtenido en los pocillos de la placa de micro titulación.

Los valores de D.O fueron hallados con el uso de un espectrómetro (630 nm).

- **Ensayo de Lisozimas**

La evaluación de la actividad de lisozima (muramidasa) se realizó con la técnica de actividad de lisozima en agarosa, “Lysoplate Assay”, la prueba se estandarizó en base al protocolo descrito por (Lie et al., 1986), citado por (Ellis, 1990).

Las muestras utilizadas para esta prueba es la hemolinfa, por lo que se almaceno 60 µl de hemolinfa con anticoagulante a -80°C hasta su uso en el laboratorio, en esta prueba se utilizó controles para lisozimas a distintas concentraciones utilizando lisozima de clara de huevo.

Al conocerse las concentraciones de lisozimas de los controles, se realizó el análisis de regresión lineal con los resultados obtenidos en las muestras, donde el eje X será el diámetro del halo de cada control y el eje Y la concentración correspondiente. Con la ecuación obtenida del análisis de regresión lineal se hace el cálculo de concentración de lisozimas de cada una de las muestras, los resultados obtenidos se expresaron en µg/ml o mg/ml.

- **Evaluación de la actividad bactericida**

La evaluación de la actividad bactericida consistió en enfrentar componentes no celulares de la hemolinfa (bactericidinas, lectinas, etc.) con *Vibrio spp.* Utilizando el protocolo de (Adams, 1991), citado por (Chandran et al., 2016).

Para la evaluación de la actividad bactericida, según lo descrito por (Adams, 1991), se debe realizar una dilución 1:20 de la hemolinfa, tomando 0,1ml (100µl) de hemolinfa, y diluirlo en 1.9ml de Van Harreveld’s Solution (VHS) estéril frío. Centrifugar a 8000 g (4°C) y recuperar el sobrenadante, el cual se puede mantener a 4°C hasta su uso.

Previa a la evaluación de actividad bactericida, se debe obtener *Vibrio spp.* en una concentración de  $10^4$  UFC/ml, en solución salina estéril al 2%.

Se realizó la siembra de *Vibrio spp.* en una placa donde se le adicione pocillos con la hemolinfa y se incubó a  $30^{\circ}\text{C}$  por 24 horas, finalizado el tiempo de incubación, se realizó el recuento de las colonias de bacterias que se observan en las placas de agar TCBS, el conteo fue expresado en UFC (Unidades Formadoras de Colonias), el Porcentaje de Inhibición (PI), fue calculado utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{PI} = 100 - ((\text{CFU grupo de interés}) / (\text{CFU grupo control})) \times 100$$

#### **8.14 Plan de análisis de datos**

Para comparar la eficacia en el crecimiento y el efecto inmunoestimulantes entre las diversas formulaciones de alimento, se utilizó la prueba de análisis de varianza de una vía (ANOVA). Se aceptó un  $p < 0.05$  como un nivel de diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes grupos. En el caso que existieran diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos, se determinará si hay diferencia entre la media de cada grupo a través de la prueba de Tukey, estos análisis estadísticos se realizarán con el programa estadístico SPSS 8.0.

### **8.15 CONSIDERACIONES ÉTICAS:**

La presente investigación con código de registro SIDISI 103987 fue evaluada por el Comité de Ética para el Uso de Animales de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y aprobada mediante la constancia E010 - 06 - 20.

Durante la experimentación se siguieron los protocolos establecidos por FAO (1998) para el transporte de animales y (AVMA., 2013) para la eutanasia de los mismos respetándose el bienestar animal.

## IX. RESULTADOS

### 9.1 Parámetros de control Físico-Químico

Los resultados obtenidos del control de los parámetros físicos-químicos de la calidad de agua se muestran en la Tabla 7.

**Tabla 7. Parámetros Físicoquímicos de la calidad de agua**

Parámetros	Hora	TRATAMIENTOS			
		Control	T1	T2	T3
Temperatura (°C)	08:00	28.79±0.52	29.26±0.54	28.85±0.55	29.09±0.57
	14:00	30.89±0.51	31.01±0.51	30.35±0.51	29.93±0.54
	17:00	31.35±0.56	31.48±0.52	31.11±0.53	30.67±0.51
Oxígeno Disuelto (mg/L)	08:00	5.59±0.88	4.93±0.87	5.75±0.85	5.24±0.82
	14:00	5.63±0.92	5.6±0.81	5.98±0.88	5.69±0.91
	17:00	5.48±0.84	5.47±0.78	5.68±0.89	5.67±0.94
pH	08:00	8.28±0.12	8.27±0.10	8.25±0.16	8.27±0.17
	14:00	8.19±0.15	8.24±0.17	8.2±0.14	8.72±0.13
	17:00	8.3±0.18	8.21±0.15	8.18±0.19	8.23±0.12

*Promedio±SD de parámetros físicos químicos durante todo el tiempo de experimentación.*

En los parámetros evaluados no se encontró diferencias significativas, estos parámetros se mantuvieron lo más cercano posible a las condiciones óptimas de crianza.

## 9.2 Supervivencia y crecimiento de *Litopenaeus Vannamei*.

El grupo experimental de langostinos alimentado con la dieta comercial mostró una supervivencia baja de  $62 \pm 1,06$  %, mientras que los langostinos alimentados con CSP mostraron supervivencias más altas destacando la supervivencia del tratamiento 3 que tuvo una supervivencia del  $66 \pm 1,01$ %. Los tratamientos 1 y 2 obtuvieron una supervivencia del 65% en ambos casos.

El crecimiento en langostinos registró producciones máximas de  $16.705 \pm 0.198$  g y  $16.607 \pm 1.32$  g en los tratamientos 2 y C respectivamente, así mismo no existe diferencia estadística significativa entre los grupos alimenticios.

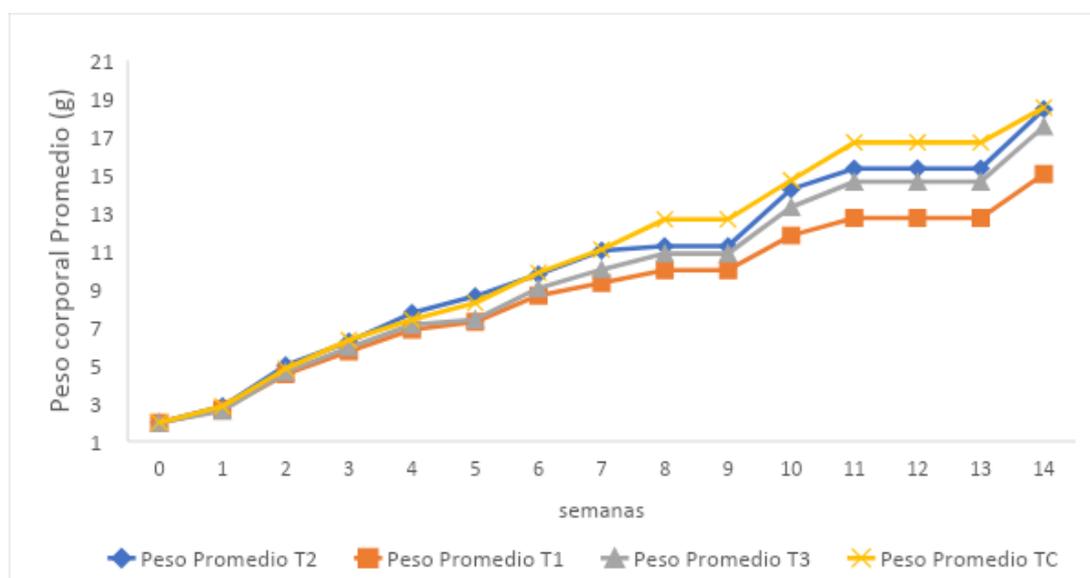
En la fig. 2, se muestra el peso promedio de los langostinos de los diferentes tratamientos a través del tiempo de experimentación, observando un mayor aumento del peso a partir de la semana 5.

Los resultados de conversión alimenticia (Tabla 8), no muestran diferencias estadísticas entre los tratamientos. Existiendo similitud entre los tratamientos TC y T3. La mejor conversión alimenticia corresponde al tratamiento T3, grupo de langostinos que recibieron el alimento con el nivel de reemplazo de 75% de HPP por CSP.

**Tabla 8. Desempeño del crecimiento de Langostinos alimentado con alimento comercial y diferentes concentraciones de CSP en el día 90 del experimento de alimentación.**

Parámetros	Respuesta de crecimiento			
	Tc	T1	T2	T3
Peso Inicial promedio (g)	1.936±0.094 <sup>a</sup>	1.923±0.096 <sup>a</sup>	1.947±0.055 <sup>a</sup>	1.936±0.0862 <sup>a</sup>
Peso Final promedio (g)	18.609±1.267 <sup>a</sup>	15.037±0.69 <sup>a</sup>	18.652±0.258 <sup>a</sup>	17.551±0.492 <sup>a</sup>
Consumo de alimento	3549.0±1 <sup>a</sup>	2728.0±1 <sup>a</sup>	3602.0±1 <sup>a</sup>	2834.0±1 <sup>a</sup>
Ganancia diaria de peso (g)	0.168±0.008 <sup>a</sup>	0.133±0.007 <sup>a</sup>	0.167±0.009 <sup>a</sup>	0.158±0.007 <sup>a</sup>
Fac. de conversión Alimenticia	2.290±0.011 <sup>a</sup>	2.323±0.080 <sup>a</sup>	2.663±0.195 <sup>a</sup>	2.047±0.011 <sup>a</sup>
Efic. de Conversión Alimenticia	43.740±2.154 <sup>a</sup>	43.076±1.46 <sup>a</sup>	37.687±2.873 <sup>a</sup>	48.860±0.274 <sup>a</sup>
Tasa de Crecimiento x día	0.168±0.008 <sup>a</sup>	0.133±0.007 <sup>a</sup>	0.167±0.009 <sup>a</sup>	0.158±0.007 <sup>a</sup>
Tasa de crec. específica	2.281±0.046 <sup>a</sup>	2.067±0.053 <sup>a</sup>	2.276±0.052 <sup>a</sup>	2.224±0.041 <sup>a</sup>
Supervivencia (%)	62.0±1.24 <sup>a</sup>	65.0±1.13 <sup>a</sup>	65.0±1.17 <sup>a</sup>	66.0±1.21 <sup>a</sup>

*Nota: Los valores en una fila superíndices con diferentes alfabetos son estadísticamente significativos (prueba ANOVA de una vía, P < 0,05)*



**Fig.2. Peso promedio de los tratamientos T1, T2, T3 y TC durante las 14 semanas de experimentación.**

### 9.3 Parámetros Inmunológicos.

#### 9.3.1 Recuento de hemocitos totales

El recuento total de hemocitos fue mayor en las dietas con CSP, obteniendo los resultados más altos en el tratamiento T2 ( $99,1 \pm 3.61 \times 10^5$  células/ml) y en el tratamiento T1 ( $113,2 \pm 2.00 \times 10^5$  células/ml), así mismo el tratamiento T3 presento un bajo conteo de hermositos ( $82,3 \pm 4.55 \times 10^5$  células/ml), no se hayo diferencias estadista entre ninguno de los tratamientos evaluados (Fig. 3)

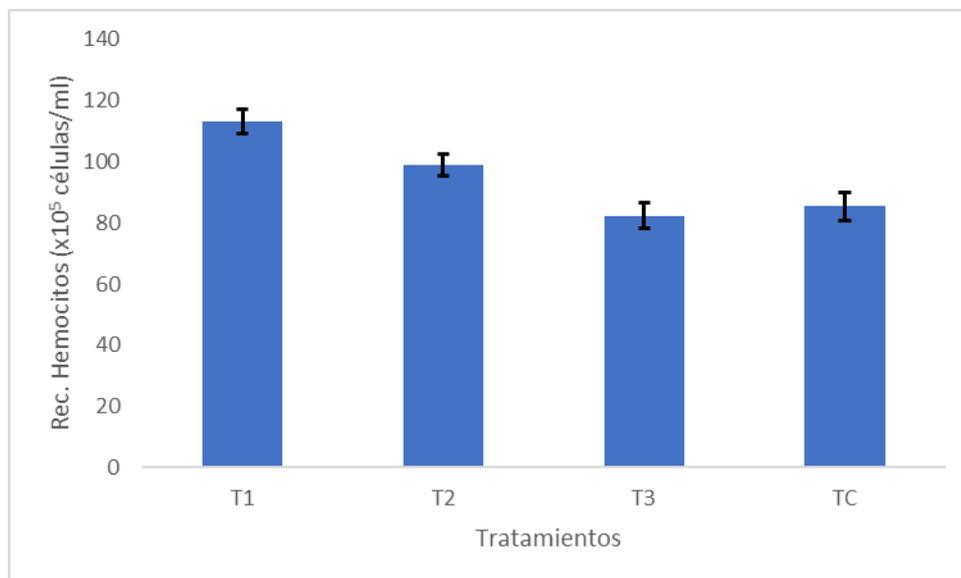


Fig.3. Recuento total de hemocitos de langostinos alimentados con alimento Comercial y alimento suplementado con diferentes concentraciones de CSP. Cada valor es la Media  $\pm$  SD del análisis por triplicado.

### 9.3.2 Evaluación de la actividad de Fenoloxidasa.

La actividad de Fenoloxidasa mostro una leve variación entre los tratamientos de alimento comercial (Tc) y los suplementados con CSP (T1, T2 Y T3), así mismo no se evidencia diferencia estadística significativa (Fig. 4). Los langostinos del tratamiento T1 mostraron una mayor actividad de fenoloxidasa ( $0.0688 \pm 0.001$  OD) en comparación con los otros tratamientos, sin embargo, los langostinos del alimento comercial Tc registraron la actividad de fenoloxidasa más baja ( $0.0580 \pm 0.002$  OD).

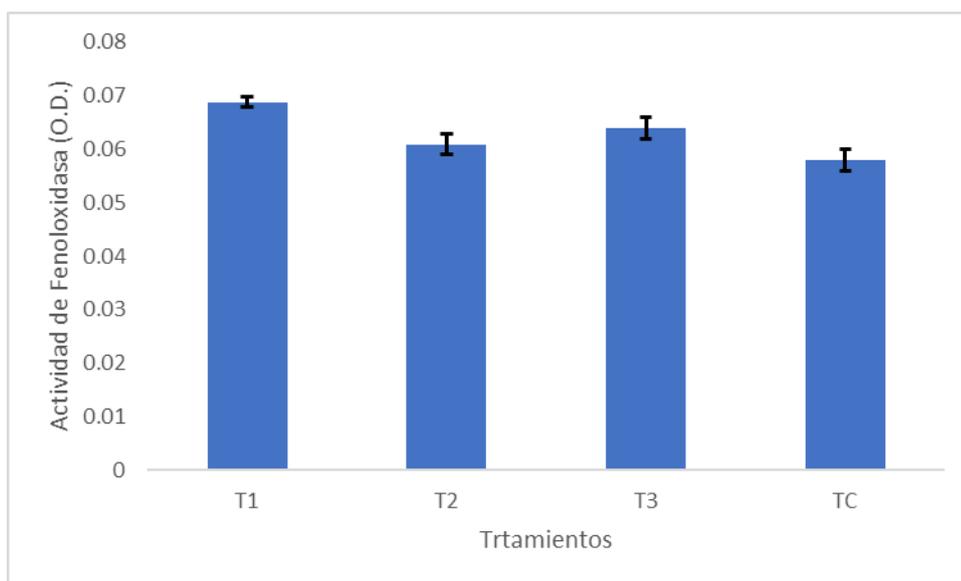


Fig.4. Actividad de Fenoloxidasa de langostinos alimentados con alimento Comercial y alimento suplementado con diferentes concentraciones de CSP. Cada valor es la Media  $\pm$  SD del análisis por triplicado.

### 9.3.3 Concentración de Proteína Plasmática.

Los resultados de proteínas plasmáticas fueron altos en los grupos suplementados con CSP con valores máximos de  $(137.10 \pm 14.67 \text{ mg/ml})$  y  $(130.79 \pm 22.43 \text{ mg/ml})$  en los tratamientos T1 y T2 respectivamente, así mismo se obtuvieron los valores más bajos en los tratamientos T3 y Tc obteniendo  $(112.69 \pm 35.14 \text{ mg/ml})$  y  $(129.68 \pm 15.47 \text{ mg/ml})$  respectivamente. No se obtuvo diferencia estadística significativa entre los grupos alimenticios (Fig. 5)

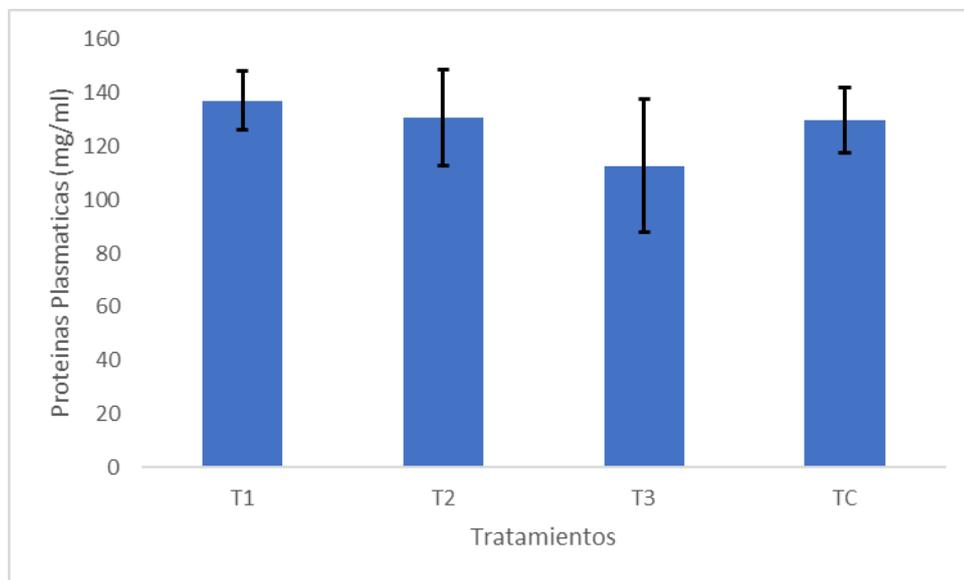


Fig.5. Proteínas Plasmáticas de langostinos alimentados con alimento comercial y alimento suplementado con diferentes concentraciones de CSP. Cada valor es la Media  $\pm$  SD del análisis por triplicado.

### 9.3.4 Ensayo de Aniones Superóxido.

Se obtuvieron los mayores valores en los grupos suplementados con CSP con valores máximos de  $(0.043 \pm 0.002 \text{ OD})$  y  $(0.062 \pm 0.005 \text{ OD})$  en los tratamientos T2 y T3 respectivamente, así mismo se obtuvo una baja actividad en el tratamiento T1  $(0.040 \pm 0.002 \text{ OD})$  (Fig. 6), el tratamiento con menor actividad fue el tratamiento comercial Tc con  $(0.038 \pm 0.003 \text{ OD})$ , no se hayo diferencias estadista entre ninguno de los tratamientos evaluados.

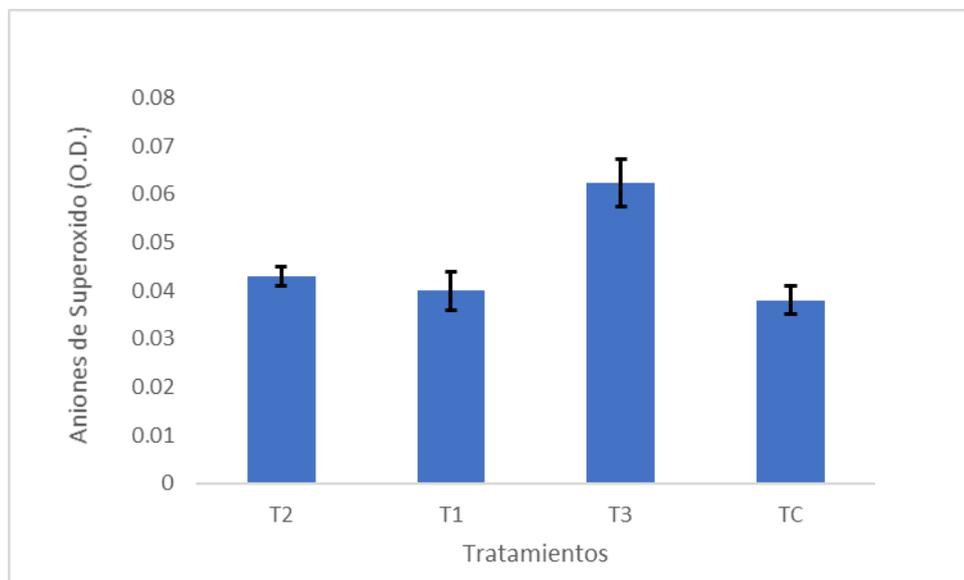


Fig. 6. Aniones de superóxido evaluados en langostinos alimentados con alimento Comercial y alimento suplementado con diferentes concentraciones de CSP. Cada valor es la Media  $\pm$  SD del análisis por triplicado.

### 9.3.5 Ensayo de Lizozimas.

La actividad de lisozima en las muestras de hemolinfa de langostinos se muestra la figura 6. Se observó baja actividad de lisozimas en los tratamientos T1 y T3 obteniendo  $(0.04 \pm 0.004 \text{ U/ml})$  y  $(0.03 \pm 0.002 \text{ U/ml})$  respectivamente, así mismo las actividades más altas se registraron en los tratamientos T2 y Tc con  $(0.10 \pm 0.002 \text{ U/ml})$  y  $(0.09 \pm 0.003 \text{ U/ml})$  respectivamente. No se encontró diferencia estadística significativa (Fig. 7).

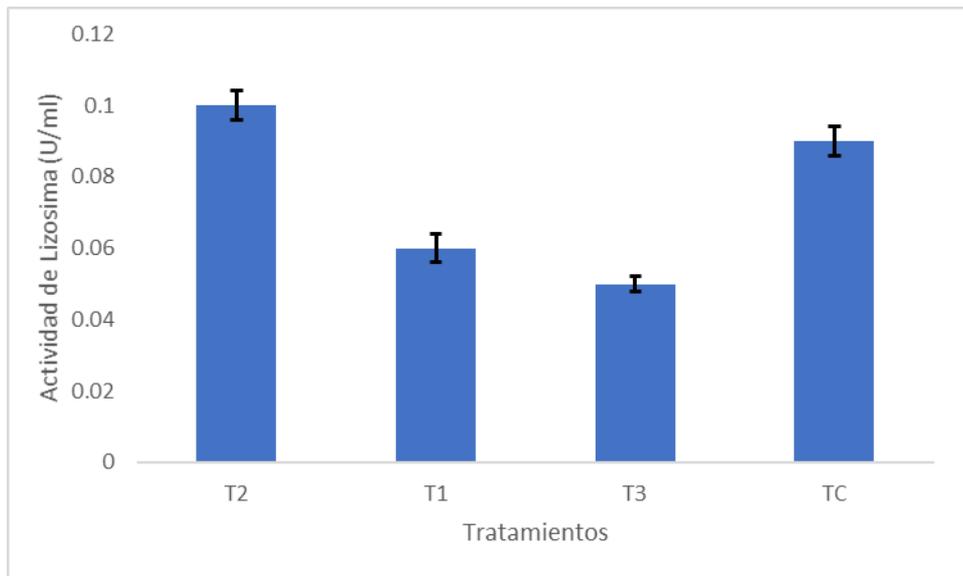


Fig.7. Actividad de Lizozima evaluados en hemolinfa de langostinos alimentados con alimento comercial y alimento suplementado con diferentes concentraciones de CSP. Cada valor es la Media  $\pm$  SD del análisis por triplicado.

### 9.3.6 Evaluación de la actividad bactericida

La eficiencia de eliminación bacteriana representada por porcentaje de inhibición (PI), fue mayor en los grupos de alimentos suplementados con CSP (Fig. 7), con valores máximos en los tratamientos T2 ( $72.9 \pm 1.9 \%$ ) y T1 ( $70.9 \pm 2.0 \%$ ), se obtuvieron los valores más bajos en los tratamientos T3 ( $64.7 \pm 1.5 \%$ ) y Tc ( $68.0 \pm 1.7 \%$ ), no se encontró diferencia estadística significativa entre los grupos evaluados. (Fig. 8).

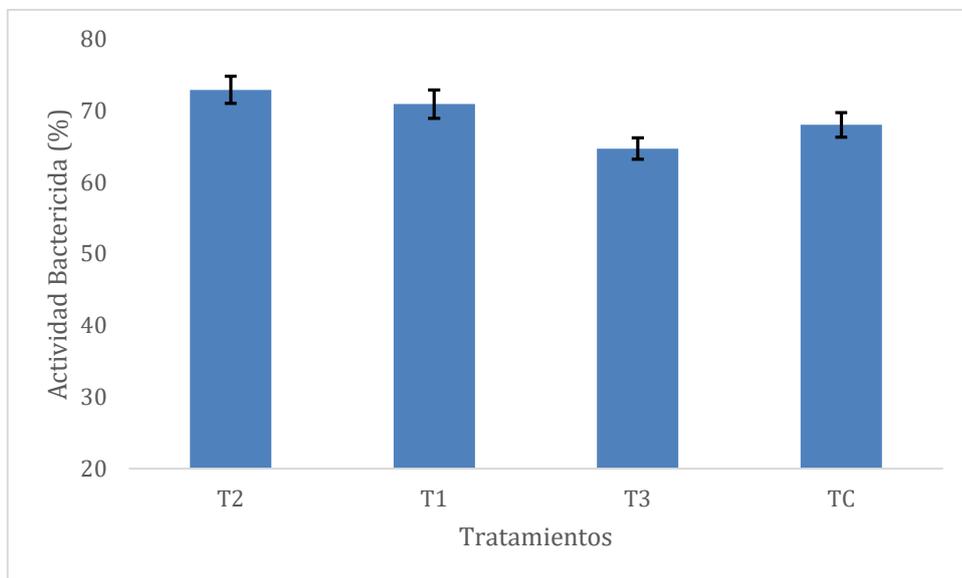


Fig.8. Actividad bactericida evaluada en la hemolinfa de langostinos alimentados con alimento comercial y alimento suplementado con diferentes concentraciones de CSP. Cada valor es la Media  $\pm$  SD del análisis por triplicado.

## **X DISCUSIÓN**

Los langostinos y otros crustáceos, son un grupo de interés y de gran importancia económica por su fácil adaptación a la acuicultura. Uno de los principales problemas que merman la producción son las afectaciones por patógenos de origen bacteriano y vírico, estos patógenos pueden disminuir en gran parte e incluso desaparecer la producción de langostinos (Munro y Owens, 2007; Sánchez-Martínez et al., 2007).

En esta investigación evaluamos por la influencia del CSP sobre el crecimiento y el sistema inmune en el cultivo de *Litopenaeus Vannamei*.

Diversas investigaciones en el ámbito acuícola concluyen que el alimento tiene un efecto importante en la supervivencia y crecimiento de los langostinos (Rodríguez et al., 2000).

Evaluando la supervivencia obtenida en los diferentes grupos, la mayor mortandad se presentó en el tratamiento comercial, la mortandad podría estar relacionada a la poca resistencia al estrés por la manipulación durante los muestreos biométricos, dado que dicha mortandad aparecía después de las medidas biométricas, así mismo se recalca que el manejo fue el mismo para todos los tratamientos, obteniendo mayores supervivencias en los grupos experimentales que fueron alimentados con CSP.

Licon-Jain, 2010, describe en su investigación que los organismos alimentados con harinas calamar y subproductos pesqueros tienen mayor carga adenínica y proteica, lo que mejora el nivel energético, obtenido una mayor capacidad de tolerar el estrés por manipulación.

La supervivencia en los grupos experimentales alimentados con CSP fue mayor al grupo alimentado con alimento comercial, esto correspondería a que el CSP tiene una mayor cantidad de porcentaje de proteínas y bases nitrogenadas en su composición así como compuestos de DHA , esto concuerda con lo descrito por Izquierdo *et al.* (2006) quien en su investigación reporto una supervivencia en *L. vannamei* de 56% con un alimento bajo en (DHA: 2.6 g /kg ) y obtuvo una supervivencia de 96% en tratamientos con un nivel mayor de (DHA : 6.1 g/kg).

Navarro *et al.* (2013), encontró que, al utilizar subproductos de origen marino para la sustitución de la harina pescado en la dieta de langostinos, obtenía los mismos resultados en crecimiento a comparación con el alimento comercial.

Navarro, utilizo harinas de calamar *Dosidicus gigas*, elaborada con las partes corporales y las vísceras del calamar, obteniendo una harina con un elevado porcentaje de proteínas y DHA, lo que sustentaría el crecimiento óptimo de los langostinos.

Estos mismos resultados se obtuvieron en la evaluación realizada con CSP, donde el crecimiento de los tratamientos T2 y Tc representaron los mayores pesos y tallas sin existir diferencia estadística entre ellos.

El tratamiento T2 obtuvo un promedio de peso final de (18.652±0.258 g) y el tratamiento Tc (18.609±1.267 g), respecto a las tallas (cm), los mejores resultados se encontraron en los tratamientos T2 y Tc con (12.70 cm) y (12.59 cm) respectivamente, no existiendo diferencia significativa entre ellos.

Nava (2022), en su investigación con concentrado soluble de pescado en langostinos en la etapa de engorde, si encontró diferencia significativa entre los pesos finales del tratamiento B (75% de remplazo de CSP por harina) comparado con el tratamiento control C (100% harina de pescado), esto se debería a que solo se evaluó la última etapa de crecimiento de los langostinos sin considerar el desarrollo de los langostinos en las etapas anterior, el autor también menciona que no encontró diferencia entre los demás grupos experimentales.

Los resultados obtenidos en los factores de conversión alimenticia (FCA), indican que el mayor aprovechamiento se obtuvo en los tratamientos T2 y T1 con FCA de  $(2.66\pm 0.195)$  y  $(2.32\pm 0.08)$  respectivamente, el tratamiento con alimento comercial Tc obtuvo un FCA  $(2.29\pm 0.11)$ , no existiendo diferencia estadística significativa.

En contraste con los resultados de FCA entre los tratamientos y el alimento comercial se deduce que los aprovechamientos estuvieron guiados de formar positiva a los tratamientos con CSP, esto se debería a que le CSP aporta un alto valor proteico y de aminoácidos esenciales como la metionina,

Martínez-Vega, (1997) obtuvo resultados finales de FCA similares entre los grupos alimentados con harina de calamar y el grupo alimentado con harina de sardina, en su estudio concluye que la harina de calamar utilizada tenía un mayor valor proteico y de aminoácidos lo que favorece el aprovechamiento del alimento.

Forster y Dominy, (2006) menciona que uno de los limitantes para el crecimiento del camarón es la metionina, este aminoácido se encuentra dentro de la variedad de aminoácidos presentes en la composición del CSP.

Nava (2022), en su investigación con concentrado soluble de pescado en langostinos en la etapa de engorde, encontró diferencia significativa los resultados de FCA entre los tratamientos B y Control, esto difiere a los encontrado en nuestra investigación ya que el autor solo evaluó la última etapa del crecimiento de los langostinos, no especificando el FCA de las etapas anteriores. Así mismo menciona que esta diferencia no se encontró con los demás grupos experimentales.

El sistema inmune del *Litopenaeus Vannamei* carece de respuesta inmune específica y memoria inmunológica, su inmunidad está basada en efectores humorales y celulares (Vásquez, 2009).

El sistema inmune humoral y celular trabaja de una forma simple donde los hemocitos remueven toda partícula extraña encontrada en la hemolinfa realizando la encapsulación y formando agregados nodulares (Söderhäll, 1992).

Los resultados de recuento de hemocitos totales mostraron que los tratamientos T1 y T2 tuvieron un aumento en el conteo de hemocitos siendo ( $113.2 \times 10^5 \pm 2.00$  cél/ml) y ( $99.1 \times 10^5 \pm 3.61$  cél/ml) respectivamente, estos resultados son mayores a lo encontrado en el tratamiento Tc ( $85.5 \times 10^5 \pm 4.55$  cél/ml). Resultados similares se reportaron en los trabajos de Buller, (2009), donde langostinos fueron alimentados con probióticos ricos en  $\beta$ -glucanos y aminoácidos, incrementado el número conteo de hemocitos mejorando la capacidad inmune de los langostinos. Así mismo el aumento de conteo de hemocitos es un indicador de asegura y fortalece la salud de los langostinos.

La actividad Fenolxidasa reflejada como defensa oxidativa puede indicar la condición de salud de los langostinos (Hellio. 2007) ya que la fenolxidasa es una tirosinasa, la cual es parte elemental en la melanización y reparación de heridas.

En el presente trabajo obtuvimos que los langostinos alimentados con los tratamientos T1 ( $0.068 \pm 0.001$  OD) y T3 ( $0.063 \pm 0.003$  OD) presentaron una mayor actividad de las enzimas oxidativas mejorando el proceso de formación de melanina, estimulación de fagocitosis y formación de nódulos. Esto concuerda con lo descrito con Citarasu, (2006) quien concluye que una alta actividad de fenoloxidasa mejora el desempeño del sistema inmunológico de los langostinos.

Las proteínas plasmáticas son la segunda barrera contra los patógenos que han cruzado al interior del organismo, dentro de las principales proteínas plasmáticas en los langostinos son las lectinas que son proteínas que tiene la capacidad de reconocer carbohidratos, accionando los diferentes mecanismos de defensa como como la activación de la fenoloxidasa, aglutinación, fagocitosis, etc. (Xian-Wei et al., 2012).

En la presente investigación se encontró que la concentración de proteínas plasmáticas fue mayor en los tratamientos T1 y T2 obteniendo ( $137.1 \pm 14.67$  mg/ml) y ( $130.79 \pm 22.43$  mg/ml) respectivamente, estos resultados fueron mayores a los encontrados en el tratamiento con el alimento comercial Tc ( $129.6 \pm 15.47$  mg/ml) aunque no se encontró diferencia estadística significativa. Hikima et al., (2003) detallo en su investigación que encontró grandes concentraciones de proteínas plasmáticas ( $98.6 \pm 1.45$  mg/ml), en langostinos alimentados con dietas altas en aminoácidos y aceites de origen animal. Esta correlacionaría la presencia

de aminoácidos en el CSP con el aumento de proteínas plasmáticas en la hemolinfa de los langostinos.

El sistema inmune de los langostinos durante la fagocitosis produce especies microbicidas oxígeno reactivas (ORs), como aniones de superóxido ( $O_2^-$ ), estos ORs deben ser eliminados rápidamente mediante procesos enzimáticos (Holmblad, 1999). En la presente investigación se obtuvo concentraciones bajas de aniones de superóxido en todos los tratamientos T1: ( $0.023 \pm 0.002$  OD), T2: ( $0.041 \pm 0.004$  OD), T3: ( $0.065 \pm 0.005$  OD) y Tc: ( $0.012 \pm 0.008$  OD), estas bajas concentraciones se deberían a que los aniones de superóxido son eliminados de forma rápida del cuerpo de los langostinos.

Chandran et al., (2016), también encontró valores bajos de aniones de superóxido ( $0,113 \pm 0,003$  OD), concluyendo que valores bajos indican una buena salud y una respuesta rápida del organismo de los langostinos.

La lisozima en el sistema inmune de los langostinos cumple una función antibacterial catalizando los peptidoglicanos de las paredes celulares bacterianas, esta actividad lítica puede ser realizada contra diferentes especies de bacterias, incluyendo especies patógenas de *Vibrio* (Hikima et al., 2003).

El ensayo de lisozima en el presente estudio obtuvo los valores más altos en los tratamientos T2 ( $0.101 \pm 0.002$   $\mu\text{g/ml}$ ) y Tc ( $0.090 \pm 0.003$   $\mu\text{g/ml}$ ), no representando diferencia estadística significativa con los otros tratamientos T1 ( $0.040 \pm 0.004$   $\mu\text{g/ml}$ ) y Tc ( $0.030 \pm 0.002$   $\mu\text{g/ml}$ ). Con estos resultados se evidencia que el CSP posee la misma capacidad alimenticia que el alimento comercial.

Chandran et al., (2016), obtuvo resultados altos en lisozimas ( $0,354 \pm 0.006 \mu\text{g/ml}$ ), concluyendo que la lisozima es una de las moléculas más importantes en contra de los patógenos en la inmunidad innata de los langostinos.

En la presente investigación se evaluó la actividad bactericida representada por el porcentaje de inhibición (PI), mostrando los mejores resultados en los tratamientos T2 ( $72.9 \pm 1.9 \%$ ) y T1 ( $70.9 \pm 2.0 \%$ ), no encontrando diferencia estadística significativa con el tratamiento Tc ( $68.0 \pm 1.7 \%$ ). Así mismo en la evaluación realizada por López, (2003) detalla que los langostinos alimentados con dietas altas en proteínas y aminoácidos adquieren una respuesta inmune más alta, representada por su eficiencia en la inhibición de patógenos. Chandran et al., (2016), obtuvo resultados similares en langostinos ( $72,0 \pm 2,18 \%$ ), concluyendo que la alimentación suplementada con proteínas y aminoácidos mejora el sistema inmune de los langostinos.

Con respecto a las limitantes encontradas durante la investigación, la escasa bibliografía del CSP aplicado a dietas acuícolas no permite una mayor discusión respecto a los valores encontrados en los parámetros inmunológicos, sin embargo, se lograron ver tendencias mayores en los tratamientos que tenían CSP, por ello se sugiere repetir el estudio con porcentajes más específicos y con un número mayor de muestras para elevar la confianza de los resultados.

En contraste con los resultados obtenidos en esta investigación, el estudio resalta el potencial del Concentrado soluble de pescado (CSP) como remplazo de la harina de pescado tradicional, obteniendo los mismos resultados en peso, talla y

supervivencia. Así mismo se obtuvieron resultados positivos en los ensayos inmunológicos obteniendo el mismo rendimiento que el alimento comercial.

Los resultados de esta investigación refuerzan la posibilidad de realizar nuevas investigaciones con el CSP en diferentes dietas y concentraciones.

Por los resultados obtenidos el CSP estaría aportando un mayor porcentaje de proteínas y aminoácidos los cuales influyeron de forma positiva en el desarrollo zootécnico e inmunológico de los langostinos.

## **XI CONCLUSIONES**

Bajo las condiciones experimentales y los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1. No se evidenciaron diferencias significativas en el crecimiento y supervivencia de los langostinos entre los tratamientos.
2. No se evidencio diferencia significativa en los parámetros inmunológicos, entre los diferentes tratamientos.
3. El reemplazo parcial de HPP por CSP no influye en la sobrevivencia, consumo de alimento y FCA en el cultivo de langostinos
4. Los langostinos que recibieron el concentrado soluble de pescado en las dietas, respondieron de forma similar a las evaluaciones, que aquellos que recibieron el alimento comercial.

## **XII RECOMENDACIONES**

En relación con los resultados obtenidos en el presente estudio,

1. Disminuir la densidad de siembra a 80 ind./m<sup>3</sup> por tanque, de manera que los langostinos desarrollen mejor en un medio con más espacio disponible.
2. Realizar los ensayos de laboratorio en su totalidad en campo, para evitar el estrés de los langostinos o degradación de la hemolinfa transportadas.
3. Desarrollar una nueva estrategia de alimentación para hacer mas atractivo el alimento y aumentar la ingesta de alimento.
4. Impulsar estudios histoquímicos de la hepatopáncreas para analizar la actividad digestiva.
5. Realizar estudios Inmunológicos más específicos para describir con mayor confianza el aporte del CSP a las dietas acuícolas.

### **XIII BIBLIOGRAFÍA**

1. Acosta-Ruiz, J., J. Paniagua-Michel, J. Olmos-Soto, E. Paredes-Escalona E. 2011. Primer registro de la utilización de harinas de *Salicornia bigelovii* y *Scomber japonicus* en dietas prácticas para el cultivo súper-intensivo de camarón *Litopenaeus stylirostris*. *Lat Am J Aquat Res*, 39:409–415.
- 2.. Arteaga, Gonzales, López, Mogrovejo. 2017. Planeamiento estratégico para la industria acuicultura. Tesis Escuela de posgrado – Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima-Perú
3. Asociación Brasileira de Criadores de Camarón (ABCC). 2012. Manual de Buenas Prácticas de Manejo y Bioseguridad para Carcinicultura Marina Nacional. Natal, Brasil. 58p.
4. Atoche, L. 2015. Cultivo de Langostino Blanco *Litopenaeus Vannamei*, (BOONE, 1931), en estanques de tierra mediante siembra directa en el Distrito Suyo-Ayabaca 2013. Tesis para optar por el Título Profesional de Ingeniero Pesquero, Universidad, Facultad de Ingeniería Pesquera. Piura – Perú
5. Berger, C. 1997. El cultivo de camarón en el Perú. *Panorama Acuícola*. Sonora México. 2 (6): 1-19.
6. [beta]-1,3-D-glucan) and the customised probiotics (*Pseudomonas synxantha* and *P. aeruginosa*) on the culture of juvenile western king prawns (*Penaeus latisulcatus*)
7. Ccaccya, K. 2019. Principales Problemas relacionados a la Exportación de Cola de Langostino de Acuicultura con destino a EEUU durante los años 2013-2018. Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Negocios

Internacionales . Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima -Perú.

8. Chandran M., Moovendhan S., Suganya A., et al. 2016. Influence of polyherbal formulation (AquaImmu) as a potential growth promotor and immunomodulator in shrimp *Penaeus monodon*. *Aquaculture Reports* 4: 143-149.
9. Citarasu, T., Sivaram, V., Immanuel, G., Rout, N., Murugan, V., 2006. Influence of selected Indian immunostimulant herbs against white spot syndrome virus (WSSV) infection in black tiger shrimp *Penaeus monodon* with reference to haematological, biochemical and immunological changes. *Fish Shellfish Immunol.* 21, 372–384.
10. Contreras, L. 2019. La incidencia del uso de coagulantes y su relación con el tratamiento del agua de bombeo en la bahía de Chancay en pesquera centinela – planta Chancay 2018. Tesis para optar el grado académico de maestro en Ingeniería Industrial con mención en gerencia de la calidad y productividad. Universidad Nacional del Callao. Lima – Perú.
11. Córdova, J. 2000. Actualizaciones sobre la mancha blanca y cabeza amarilla. *Rev. Especializada de la Cámara Nacional de Acuicultura.* (36): 8-12.
12. Dawson B, Trapp R. *Basic and clinical biostatistics.* Fourth edition. Lange Medical Books-McGraw-Hill; New York, USA; 2004.
13. Denegri, C. 2015. Evaluación de la gestión de la calidad y propuesta de mejora para la línea de harina de pescado de la empresa Corporación Nutrimar. Tesis de titulación para optar al título de Ingeniero Pesquero. Universidad Nacional Agraria la Molina-Perú.
14. Feng, N., Wang, D., Wen, R. y Li, F. 2014. Functional analysis on immune deficiency (IMD) homolog gene in Chinese shrimp *Penaeus chinensis*.

Molecular Biology Reports. 41: 1437-1444.

15. Fenucci, J.L. 2007. Harina de pescado. Manual de ingredientes proteicos y aditivos empleados en la formulación de alimentos balanceados para camarones peneidos, 18-40.

16. Flores, R. 2018. Impacto económico del fenómeno “el niño” y su repercusión en el crecimiento del PBI del año 2017. Tesis para optar al grado académico de maestro en gestión de alta dirección. Universidad Nacional Federico Villareal. Lima -Perú.

17. Food and Agriculture Organization of the United States [FAO]. (2020). El estado mundial de la pesca y acuicultura 2020. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/016/i2727s/i2727s.pdf>.

18. Forster, I.P., W. Dominy, A.G. Tacon. 2002. The use of concentrates and other soy products in shrimp feeds. Avances en Nutricion Acuicola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutricion Acuicola. 3-6 de septiembre de 2002. Cancun, Quintana Roo, Mexico.

19. Grijalva, J. 2015. Mecanismos de defensa de los camarones peneidos durante un proceso infectivo: Una revisión. Biotecnia. Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad de Sonora. México.

20. Guevara, P. 2014. Harinas Especiales de Pescado. Informe Universidad Nacional del Callao. 2014. Lima Perú.

21. Guevara, R. 2014. Harinas especiales de pescado. Informe final. Universidad Nacional del Callao. Lima-Perú.

22. Hai NV, Buller N, Fotedar R. Effects of probiotics (*Pseudomonas synxantha* and *P. aeruginosa*) on the growth, survival and immune parameters of juvenile western king prawns (*Penaeus latisulcatus* Kishinouye, 1896). *Aquaculture Res* 2009;40: 590-602.
23. Hellio C, Nilles AB, Gagnaire B, Renault T, Thomas-Guyon H. Demonstration of a true phenoloxidase activity and activation of a ProPO cascade in Pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg) in vitro. *Fish Shellfish Immunol* 2007; 22:433-40.
24. Hikima, S.; J. Hikima; J. Rojtinnakorn; I. Hirono y T. Aoki. 2003. Characterization and function of kuruma shrimp lysozyme possessing lytic activity against *Vibrio* species. *Gene*; 316:187-95.
25. Holmblad, T. y Söderhäll, K. 1999. Cell adhesion molecules and antioxidative enzymes in a crustacean, possible role in immunity. *Aquaculture*. 172: 111–123.
26. Izquierdo, M., I. Forster, S. Divakaran, L. Conquest, O. Decamp, A. Tacon. 2006. Effect of green and clear water and lipid source on survival, growth and biochemical composition of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutr*, 12:192–202.
27. Kishinouye, 1896). *Aquaculture* 2009; 289:301-306.
28. Lan, J.F., Zhou, J., Zhang, X.W., Wang, Z.H., Zhao, X.F., Ren, Q. y Wang, J.X. 2014. Characterization of an immune deficiency homolog (IMD) in shrimp (*Fenneropenaeus chinensis*) and crayfish (*Procambarus clarkii*). *Developmental and Comparative Immunology*. 41: 608-617.

29. Leyva, E. 2016. Evaluación del Desempeño de la Cadena de Suministro del Camarón Blanco de agua Dulce. *Revista Internacional Administración y Finanzas*. Vol.9. No. 1, 2016, pp. 33-35. Instituto Tecnológico de Sonora – México.
30. Licon-Jain, A.B. 2010. Respuesta al estrés y calidad bioquímica post-mortem del camarón en relación a la inclusión de subproductos pesqueros en el alimento. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Tesis de Maestría.
31. López, E., Cuzon, G., Gaxiola, G., Taboada, G., Valenzuela, G., Pascual, C., Sánchez, A., Rosas, C. 2003. Physiological, nutritional, and immunological role of dietary h 1-3 glucan and ascorbic acid 2-monophosphate in *Litopenaeus vannamei* juveniles. *Aquaculture* 224: 223–243.
32. Juarez, M. 2022. Factores que influyen en la producción de harina de pescado en la regio Piura. Trabajo de investigación para obtener el grado académico de Bachiller en Ingeniería Económica. Universidad Nacional de Frontera. Sullana – Peru.
33. Martínez-Vega, J.A. 1997. Procesamiento y utilización de diferentes partes del cuerpo de calamar gigante *Dosidicus gigas* en forma de harina como factor de crecimiento en dietas de crecimiento para *Peneaus vannamei*. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma de Nuevo León. División de Estudios de Posgrado. Pp 71.
34. Martínez-Vega, J.A., L.E. Cruz-Suárez, D. Ricque-Marie. 2000. Composición corporal y proceso de secado del calamar gigante *Dosidicus gigas*. *Cienc Mar*, 4:35–38
35. McLean, F., Barrows, S., Craig, R., Kelly L. 2020. Complete replacement of fishmeal by soybean and poultry meals in Pacific whiteleg shrimp feeds: Growth

and tolerance to EMS/AHPND and WSSV challenge. *Aquaculture*

36. Mejía, J. 2017. Determinación de los parámetros del proceso de obtención de un concentrado proteico para consumo humano a partir de harina de pescado. Tesis para optar al título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa Chimbote -Perú.

37. MIPE . 2000. Un mar de oportunidades. Agenda pendiente acuicultura. Ministerio de Pesquería. 1-24.

38. Moreira Blacio, W. 2016. Análisis evolutivo de las exportaciones de camarón (*Litopenaeus vannamei*) hacia el mercado europeo, del 2000 al 2015. Guayaquil – Ecuador 2016. Tesis de grado presentada como requisito para optar por el grado de magister en gerencia y mercadeo agropecuario.

39. Munro, J. y Owens, L. 2007. Yellow head-like viruses affecting the penaeid aquaculture industry: a review. *Aquaculture Research*. 38: 893-908.

40. Murcia, L. 2020. Rendimiento productivo de tres densidades de siembra de camarón blanco (*litopenaeus vannamei*) en la estación de maricultura, los Cóbanos,

41. Nava, G. 2022. Influencia del concentrado soluble de pescado sobre el crecimiento de *Litopenaeus vannamei* en etapa de engorde. Tesis para optar al título de Ingeniero Pesquero. Universidad Nacional Agraria la Molina

42. Navarro, C., A.I. Beltran-Lugo, R. Civera, I.S. Racotta, E. Palacios E. Optimizing n-3 HUFA levels in pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* using “finishing diets”. *Aquaculture 2013*. Nashville, Tennessee, USA. 21 a 25 de Febrero de 201

43. Neyra, R. 2015. Análisis de la aplicación de sistemas de frío en la captura y transporte de anchoveta y su influencia en los parámetros de procesamiento de la harina de pescado. Tesis para optar al título de Ingeniero Pesquero. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa -Peru.
44. Ortiz, D. 2003. Elaboración de harina de pescado. Tesis de Licenciado en Tecnología de Alimentos. Buenos Aires. Universidad Católica Argentina. 137p
45. Plascencia, M. Bautista, S. Gálvez, A. 2020. Lisozimas: características, mecanismo de acción y aplicaciones tecnológicas en el control de microorganismos patógenos. Revista Mexicana de fitopatología. Mexico.
46. PRODUCE. 2020. Anuario Estadístico Pesquero Acuicola. Disponible en: <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/shortcode/oee-documentos-publicaciones/publicaciones-anuales/item/1001-anuario-estadisticoo-pesquero-y-acuicola-2020>
47. Rojas, A.A., Haws, M.C. y Cabanillas, J.A. ed. (2005). Buenas Prácticas de Manejo Para el Cultivo de Camarón. The David and Lucile Packard Foundation. United States Agency for International Development (Cooperative Agreement No. PCE-A-00-95-0030-05).
48. Sánchez-Martínez, J.G., Aguirre-Guzmán, G. y Mejía-Ruíz, H. 2007. White Spot Syndrome Virus in cultured shrimp: A review. Aquaculture Research. 38: 1339-1354.
49. Silva, J. 2019. Influencia de la adición de concentrado de agua de cola en el incremento de la acidez (en ácido oleico) en harina de pescado integral. Tesis de titulación para optar al título de Ingeniero Pesquero. Universidad Nacional Jose Faustino Sánchez Carrión. Huacho -Perú.

50. Söderhäll K, Cerenius L. Crustacean Immunity. *Annu Rev Fish Dis* 1992; 2:3
51. Sonsonate. Tesis de titulación para optar al título de Licenciada en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de El Salvador. Facultad de Ciencias Agronómicas. El Salvador
52. Sung, H.H., Kou, G.H., Song, Y.L., 1994. Vibriosis resistance induced by glucantreatment in tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Fish Pathol.* 29, 11–17.
53. Terrones, S. 2016. Efecto de dietas con harina de ensilado biológico de residuos blandos de *Argopecten purpuratus* como sustituto parcial de la harina de pescado en el crecimiento de *Cryphiops caementarius* en cocultivo con *Oreochromis niloticus*. Tesis para optar el título de Biólogo Acuicultor. Universidad Nacional del Santa. Chimbote – Perú.
54. Toyes, E. 2016. Aprovechamiento de subproductos marinos para la alimentación de camarón de cultivo y gallinas ponedoras. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias. Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste. La Paz, Baja California Sur.
55. Vázquez L, Pérez A, Millán D, Agundis C, Martin G, Cooper EL, et al. Morphological analysis of haemocytes from the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *J Morphol* 1997; 234:147-53.
56. Vazquez, L., J., Alpuche, G., Maldonado, C., Agundis, A., Pereyra-Morales, E., Zenteno. 2009. Review: immunity mechanisms in crustaceans. *Innate Immun.* 15:179-188.
57. Verde L., H., Reyes P.b., C., Ponte V., S., & Zavaleta V.d., D. (2013). Impacto de los efluentes de la industria pesquera en la calidad de las aguas costeras

de Supe Puerto Barranca- Perú 2010. Aporte Santiaguino, 6(2), pág. 120-128.  
<https://doi.org/10.32911/as.2013.v6.n2.511>

58. Wang, J., Jiang, K.J., Zhang, F.Y., Song, W., Zhao, M., Wei, H.Q., Meng, Y.Y. y Ma, L.B. 2015. Characterization and expression analysis of the prophenoloxidase activating factor from the mud crab *Scylla paramamosain*. *Genetics and Molecular Research*. 14: 8847-8860.

59. Xian-Wei W, Xiao-Wen Z, Wen-Teng X, Xiao-Fan Z, Jin-Xing W. 2009. A novel C-type lectin(FcLec4) facilitates the clearance of *Vibrio anguillarum* in vivo in Chinese white shrimp. *Dev Comp Immunology*. 33: 1039-1047.

## XIV ANEXOS

**Tabla 9. Contenido de proteína y aminoácidos en la Harina de Pescado Prime y Concentrado Soluble de Pescado.**

	Harina de Pescado Prime	Soluble de Pescado
Materia Seca, %	92.00	97.00
Proteína, %	68.00	72.00
Fibra, %	1.00	0.30
Grasa, %	9.00	4.90
ED. Truchas, Mcal/Kg	4.10	3.50
Lisina, %	5.30	4.67
Metionina, %	2.10	2.08
Cistina, %	0.64	0.00
Arginina, %	4.00	4.52
Histidina, %	1.67	0.00
Isoleucina, %	3.30	2.52
Leucina, %	5.25	4.18
Fenilalanina, %	2.94	0.00
Tirosina, %	2.35	0.00
Treonina, %	2.93	2.66
Triptófano, %	0.78	0.52
Valina, %	3.63	3.00
Met.+Cist, %	2.68	2.30
Fen.+Tir, %	5.15	4.40
Ac.Gs.N-3, %	4.00	0.00
Ac.Gs.N-6, %	0.18	0.00
Fosforo total, %	2.45	0.08
Calcio, %	3.74	0.08
Sodio, %	1.10	4.79
Potasio, %	1.00	5.80
Cloro, %	1.00	7.21

*NRC, 2011. Nutrient Requirements o Fish. National Research Council. USA.*

Tabla 10. Biometría – Peso del Primer maestro realizado el 03/06/2021

N° INDIVIDUOS	BIOMETRÍA -PESO											
	TANQUE N°01	TANQUE N°02	TANQUE N°03	TANQUE N°04	TANQUE N°05	TANQUE N°06	TANQUE N°07	TANQUE N°08	TANQUE N°09	TANQUE N°10	TANQUE N°11	TANQUE N°12
	PESO (g)	PESO (g)	PESO (g)	PESO (g)	PESO (g)	PESO (g)	PESO (g)	PESO (g)	PESO (g)	PESO (g)	PESO (g)	PESO (g)
1	2.69	2.81	2.04	2.69	3.23	2.02	3.53	2.37	3.13	3.06	3.19	3.60
2	2.58	1.99	2.45	2.47	2.34	3.20	3.58	2.71	2.05	2.32	2.29	2.43
3	2.31	2.16	2.52	2.57	3.31	2.60	2.40	2.95	3.37	2.51	1.99	2.59
4	2.42	3.02	2.96	2.46	2.33	2.44	2.02	2.07	2.29	3.63	2.31	3.16
5	2.49	2.12	2.91	3.04	3.08	2.82	2.38	2.68	2.92	2.68	2.11	3.58
6	2.11	2.68	2.04	2.84	3.71	2.59	2.85	2.78	3.05	3.86	3.77	3.43
7	2.03	2.82	2.95	2.78	3.18	2.35	2.19	2.77	3.27	3.65	2.55	2.90
8	2.15	2.83	2.82	2.89	3.53	2.47	3.26	2.65	2.96	3.86	3.62	2.09
9	2.71	2.78	2.67	3.02	2.07	2.15	2.34	2.11	2.07	2.83	3.90	2.02
10	2.28	2.54	2.90	2.58	2.69	3.12	2.40	2.14	3.00	2.63	3.79	2.70
11	1.98	2.51	2.45	2.64	3.50	2.32	2.83	2.73	2.62	3.03	3.95	2.08
12	2.03	2.89	2.64	2.95	2.52	2.69	3.18	2.24	2.99	3.50	3.87	2.63
13	2.63	2.00	2.61	2.17	3.04	2.35	3.29	2.37	2.83	2.73	3.91	3.61
14	2.30	2.84	2.77	2.19	2.18	2.85	3.17	2.65	2.86	3.74	3.55	3.32
15	2.75	1.99	2.53	2.78	3.57	2.23	2.44	2.17	3.16	2.60	3.01	2.68
16	2.56	2.57	2.82	2.58	2.87	2.04	2.25	2.35	2.01	2.95	2.11	3.04
17	2.39	2.42	2.64	2.34	3.73	2.17	3.65	2.73	2.84	3.44	3.99	2.77
18	2.47	2.24	2.23	3.25	2.46	2.98	2.50	2.56	2.79	2.40	3.54	2.15
19	1.98	2.70	2.63	3.46	2.26	2.16	2.45	2.08	2.16	2.43	3.97	2.11
20	2.34	2.94	2.67	2.40	2.12	2.82	3.63	2.59	3.28	3.19	3.49	2.25
<b>PROMEDIO</b>	<b>2.36</b>	<b>2.54</b>	<b>2.61</b>	<b>2.71</b>	<b>2.89</b>	<b>2.52</b>	<b>2.82</b>	<b>2.49</b>	<b>2.78</b>	<b>3.05</b>	<b>3.25</b>	<b>2.76</b>
<b>MÁXIMO</b>	<b>2.75</b>	<b>3.02</b>	<b>2.96</b>	<b>3.46</b>	<b>3.73</b>	<b>3.20</b>	<b>3.65</b>	<b>2.95</b>	<b>3.37</b>	<b>3.86</b>	<b>3.99</b>	<b>3.61</b>
<b>MÍNIMO</b>	<b>1.98</b>	<b>1.99</b>	<b>2.04</b>	<b>2.17</b>	<b>2.07</b>	<b>2.02</b>	<b>2.02</b>	<b>2.07</b>	<b>2.01</b>	<b>2.32</b>	<b>1.99</b>	<b>2.02</b>
<b>D. S.</b>	<b>0.252</b>	<b>0.345</b>	<b>0.271</b>	<b>0.336</b>	<b>0.571</b>	<b>0.357</b>	<b>0.544</b>	<b>0.278</b>	<b>0.436</b>	<b>0.522</b>	<b>0.735</b>	<b>0.552</b>
<b>C.V.</b>	<b>10.668</b>	<b>13.579</b>	<b>10.372</b>	<b>12.433</b>	<b>19.795</b>	<b>14.180</b>	<b>19.300</b>	<b>11.171</b>	<b>15.676</b>	<b>17.087</b>	<b>22.655</b>	<b>20.039</b>

**Tabla 11. Biometría – Peso del Ultimo maestro realizado el 01/09/2021**

N° INDIVIDUOS	BIOMETRÍA LONGITUD-PESO																							
	TANQUE N°01		TANQUE N°02		TANQUE N°03		TANQUE N°04		TANQUE N°05		TANQUE N°06		TANQUE N°07		TANQUE N°08		TANQUE N°09		TANQUE N°10		TANQUE N°11		TANQUE N°12	
	PESO (g)	LONGITUD (cm)	PESO (g)	LONGITUD (cm)	PESO (g)	LONGITUD (cm)	PESO (g)	LONGITUD (cm)	PESO (g)	LONGITUD (cm)	PESO (g)	LONGITUD (cm)	PESO (g)	LONGITUD (cm)	PESO (g)	LONGITUD (cm)	PESO (g)	LONGITUD (cm)	PESO (g)	LONGITUD (cm)	PESO (g)	LONGITUD (cm)	PESO (g)	LONGITUD (cm)
1	14.88	13.00	20.82	13.00	15.80	12.00	13.88	11.50	18.34	13.00	14.06	11.50	16.60	12.00	18.38	13.00	15.54	13.00	16.98	12.50	14.57	13.50	11.60	11.50
2	16.15	11.50	21.51	13.00	17.04	12.50	14.00	11.90	18.20	13.00	14.39	11.90	16.70	12.50	21.60	13.50	16.18	12.50	18.32	12.50	14.88	11.50	22.23	14.00
3	14.92	11.00	12.63	11.00	17.96	12.50	11.89	11.00	14.03	11.00	16.55	12.50	17.19	12.50	16.57	12.00	14.71	12.00	14.24	11.50	20.69	13.00	20.91	13.50
4	16.53	12.50	20.45	13.00	21.82	13.00	15.28	12.00	17.74	13.80	16.82	12.50	17.30	12.50	19.28	13.00	14.61	12.00	19.10	12.50	15.63	12.00	16.56	12.00
5	14.81	11.50	22.19	13.50	19.37	12.50	12.10	11.00	18.23	12.50	16.06	12.00	16.53	12.50	20.46	13.00	13.91	11.50	15.98	12.50	23.03	14.00	20.79	13.50
6	19.39	12.50	24.22	14.00	22.65	13.50	9.81	10.00	19.17	13.00	16.91	12.50	17.86	12.50	18.90	13.00	15.99	11.50	13.53	11.00	18.21	13.00	19.04	13.00
7	16.53	12.00	17.92	13.00	18.70	13.00	21.81	13.50	20.66	13.00	15.74	12.00	18.55	12.00	21.92	13.50	13.86	11.50	18.36	12.50	18.86	11.00	18.90	12.50
8	19.57	13.00	13.36	11.50	16.03	12.00	9.30	10.00	19.28	13.00	15.16	12.00	17.55	12.50	17.28	12.50	14.82	12.00	13.64	11.50	16.81	12.50	22.51	13.50
9	15.80	12.50	14.74	11.00	13.58	11.50	17.59	13.00	21.62	13.50	16.44	12.00	18.65	13.00	17.29	13.00	15.35	11.50	22.11	13.50	15.55	11.50	20.10	13.00
10	13.71	11.50	15.45	12.00	16.35	12.50	11.52	10.50	20.83	13.00	17.10	12.50	12.62	11.30	15.66	12.00	20.33	13.50	20.93	13.00	16.71	12.50	15.97	12.00
11	14.21	11.50	20.29	13.50	20.97	13.00	13.14	11.50	17.76	12.50	16.49	12.50	18.67	12.50	17.24	12.50	17.59	12.50	22.28	13.00	19.26	12.50	18.70	12.00
12	17.14	12.50	19.24	13.00	22.99	13.50	16.35	12.50	18.58	13.00	14.22	11.50	18.20	13.00	15.93	11.50	11.21	11.00	18.50	12.50	17.76	12.30	20.15	13.50
13	19.61	12.50	22.33	13.50	15.41	12.00	15.61	12.00	18.09	12.50	15.81	12.00	19.33	13.00	17.62	12.50	16.71	12.50	22.65	13.00	18.35	12.50	21.97	13.00
14	16.28	12.00	21.97	13.50	22.18	14.00	13.84	12.00	18.94	12.50	16.68	12.00	23.00	13.00	20.34	13.00	12.25	11.50	18.89	11.50	20.64	13.00	20.92	13.00
15	15.84	12.00	29.13	14.50	14.82	12.00	10.03	10.50	16.67	12.50	18.93	12.50	16.13	12.50	13.41	11.50	19.83	13.50	19.88	12.50	18.37	13.00	19.31	13.50
16	16.38	12.00	28.25	14.30	18.32	13.00	15.16	12.00	16.42	11.50	18.26	12.70	16.50	12.00	17.11	12.00	13.55	11.00	16.46	12.00	21.31	13.50	18.02	12.00
17	20.13	13.50	16.52	12.00	21.61	13.50	19.10	13.00	19.14	13.00	16.37	12.00	16.36	12.00	17.75	12.00	19.46	13.50	18.66	12.50	18.78	11.50	20.01	13.00
18	19.36	12.50	13.73	11.00	17.89	12.00	13.66	12.00	12.56	11.50	14.89	12.50	16.42	12.00	20.65	13.00	13.21	11.00	14.47	11.50	16.96	12.50	22.84	13.50
19	21.19	13.50	20.87	12.50	17.40	12.50	16.43	12.50	14.99	11.50	10.29	10.50	16.14	12.00	15.69	12.00	10.84	10.50	20.02	13.00	17.20	12.50	20.02	13.50
20	15.61	12.00	14.48	12.50	14.66	11.80	13.69	11.50	17.90	12.50	13.90	11.00	19.18	13.00	19.55	13.00	13.01	11.50	22.33	13.50	20.09	13.00	22.33	14.00

## Ficha técnica del Alimento Comercial Optiline

### Nombre comercial:

Optiline #5

### Descripción del producto:

Optiline es la dieta de crecimiento premium de Skretting para el camarón de cultivo. Optiline proporciona lo último en nutrición, permitiendo máximos rendimientos y eficiencia, mientras aporta flexibilidad a la formulación.

### Análisis garantizados:

Propiedad	Rango	Valor	Unida de medida
Humedad	Máy.	11.0	%
Proteína	Mín.	35.0	%
Grasa	Mín.	6.0	%
Fibra	Máy.	3.0	%
Ceniza	Máy.	12.0	%

### Ingredientes:

Trigo/maíz/arroz, subproductos de cereales, pasta de soya, harina de pescado, aceite de pescado, hemoglobina, pre mezcla minerales – vitaminas.

### Tamaños:

Alimento	Tamaño
Optiline #5	1.9 mm de diámetro por 3.0 mm de largo (proceso de extrusión)

### Empaque:

Sacos de polipropileno de 25 Kg.

## Alimentos almacenados y rotulados para la crianza



## Alimento Comercial



## Tanques de crianza



## Sistema de Cultivo



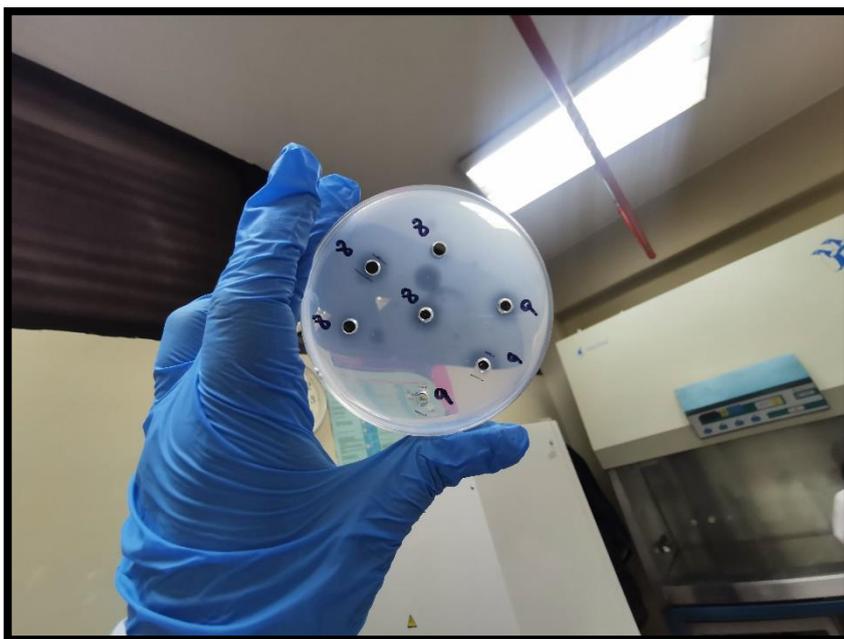
## Langostinos al final de la crianza



## Extracción de Hemolinfa



## Ensayo de Lizosimas



## Evaluacion de actividad Bactericida

