



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ACUICULTURA

Evaluación de péptidos bioactivos marinos en el cultivo de engorda del camarón blanco *L. vannamei* (Boone, 1931) en cautiverio.

**LOAYZA ALVAREZ HAROLD EMERSON
INGENIERO ACUICOLA**

**ESPINOZA PIEDRA KENET LEONARDO
INGENIERO ACUICOLA**

**MACHALA
2022**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ACUICULTURA

Evaluación de péptidos bioactivos marinos en el cultivo de engorda del camarón blanco *L. vannamei* (Boone, 1931) en cautiverio.

**LOAYZA ALVAREZ HAROLD EMERSON
INGENIERO ACUICOLA**

**ESPINOZA PIEDRA KENET LEONARDO
INGENIERO ACUICOLA**

**MACHALA
2022**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ACUICULTURA

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Evaluación de péptidos bioactivos marinos en el cultivo de engorda del camarón blanco *L. vannamei* (Boone, 1931) en cautiverio.

**LOAYZA ALVAREZ HAROLD EMERSON
INGENIERO ACUICOLA**

**ESPINOZA PIEDRA KENET LEONARDO
INGENIERO ACUICOLA**

CUN JARAMILLO MILTON LUIS

**MACHALA
2022**

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Edgar Osiris Carranza, Rulbin Ariel Velásquez, Ariel Fernando Rivas. "Análisis de la proteína hidrolizada extraída del tejido de la curvina y la tilapia en el alimento del camarón", Revista Ciencia y Tecnología, 2018

Publicación

1%

2

www.aquahoy.com

Fuente de Internet

<1%

3

www.lajar.cl

Fuente de Internet

<1%

4

www.derechoecuador.com

Fuente de Internet

<1%

5

www.researchgate.net

Fuente de Internet

<1%

6

docplayer.es

Fuente de Internet

<1%

7

Oscar Daniel García-Pérez, Mireya Tapia-Salazar, Martha Guadalupe Nieto-López, David Villarreal-Cavazos et al. "Effectiveness

<1%

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Los que suscriben, LOAYZA ALVAREZ HAROLD EMERSON y ESPINOZA PIEDRA KENET LEONARDO, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado Evaluación de péptidos bioactivos marinos en el cultivo de engorda del camarón blanco *L. vannamei* (Boone, 1931) en cautiverio., otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Los autores declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Los autores como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



LOAYZA ALVAREZ HAROLD EMERSON

0704998723



ESPINOZA PIEDRA KENET LEONARDO

0706120342

UNIVERSITAS
MAGISTRO-
RUM
ET SCHOLAR-
IUM

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios porque él me ha guiado, me ha cuidado y me ha dado las fuerzas necesarias para seguir hacia adelante y cumplir con el objetivo.

A mis padres Nora Piedra y Luber Espinoza, porque han sido el pilar fundamental en mi vida; por su apoyo y sus consejos para que no me rinda. A mis hermanos Nicolás y Santiago Espinoza, porque siempre me han visto como un ejemplo, y por ellos me esfuerzo para que sus ganas de superarse sean grandes.

A mi tío Bismarck Espinoza, porque siempre estuvo presente, acompañándome y dándome todo el apoyo necesario, y por la admiración que le tengo como un ejemplo a seguir.

A mi compañero de tesis Harold Loayza, ya que ambos entregamos todo el esfuerzo necesario para elaborar el presente trabajo.

A nuestros tutores, docentes de titulación por habernos guiado en el transcurso de nuestro trabajo de tesis, por esa paciencia e interés que tuvieron siempre con nosotros. Al Ing. Irán Rodríguez por tener la buena predisposición de ayudarnos en la parte estadística de nuestro trabajo de titulación

A toda mi familia y a mis amigos en general que nunca dudaron de mí... Muchas gracias.

Att: Kenet Espinoza Piedra

Agradezco a Dios por darme salud, confianza y persistencia, por permitirme el haber llegado a este momento maravilloso y muy importante de mi formación profesional. De igual forma agradezco a mis padres Gloria Álvarez y Guillermo Loayza por brindarme su apoyo incondicional en todo momento, gracias por sus consejos, comprensión y amor. Viviré siempre agradecido por formarme como un hombre de bien, inculcándome principios y valores.

A mis hermanos gracias por motivarme en mi preparación académica y por incitarme a seguir adelante, cumpliendo mis sueños y anhelos.

A mi cuñado y amigo Roberto Bravo gracias por ser un ejemplo para mí, por guiarme con su experiencia profesional y siempre brindarme su ayuda.

A esa persona maravillosa que Dios puso en mi camino y se convirtió desde el primer momento en alguien muy especial e incondicional para mí.

A mi compañero de tesis Kenet Espinoza gracias por ese compromiso y dedicación para lograr esta meta.

A cada uno de los docentes que han formado parte de nuestra preparación, en especial a nuestros tutores y maestros de titulación, quienes han tenido la excelente predisposición para guiarnos con sus amplias experiencias. Gracias por su apoyo, por sus consejos y por creer siempre en nosotros. En especial agradezco al Ing. Irán Rodríguez por su apoyo y guía constante en la parte estadística de nuestro trabajo de tesis.

Por ultimo agradezco a cada uno de mis familiares y amigos más cercanos, quienes me demuestran su cariño, por siempre sentirte orgullosos de mí, por las cosas que voy alcanzando en la vida. Los amo.

Att: Harold Loayza Álvarez

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada principalmente a Dios, que es el que nos brinda salud y fuerzas para afrontar los obstáculos que se nos presenta en la vida, superándolos de buena manera cada uno de ellos. Además, es quien nos provee sabiduría y entendimiento en nuestra preparación profesional y personal. A nuestros padres, por entregarnos su apoyo incondicional y ser ejemplo de vida, inculcándonos buenos valores y principio; a nuestros hermanos, por sentirse orgullosos de nosotros y por preocuparse en todo momento de nuestro bienestar; a todos nuestros familiares y amigos cercanos, que siempre nos han demostrado su afecto y cariño. Gracias a cada uno de ellos logramos consumir con satisfacción esta etapa de preparación académica, debido, que sin su ayuda incondicional y mensajes de ánimo que recibíamos frecuentemente desde que empezamos los estudios superiores hasta la presente fecha no lo habríamos conseguido. Nos enorgullece poder dedicarles este triunfo a ellos. Gracias infinitas por creer siempre en nosotros.

RESUMEN

La producción cultivada de *L. vannamei* representa el 70% de la producción mundial de camarones. Los cultivos acuícolas se han intensificado en número de organismos por unidad de área y volumen, por lo cual el uso de alimentos formulados se hace indispensable para la alimentación de los animales. Se conoce que el campo productivo del camarón genera aproximadamente el 60% de su costo de producción. Hoy en día la materia prima obtenida en la producción acuícola cuyos subproductos de peces y camarones, están constituyendo un problema de contaminación ambiental por falta de aprovechamiento, se considera que unos de los métodos más viables para aprovechar estos recursos son los péptidos bioactivos (hidrolizados) como aditivos para la alimentación de los organismos acuáticos. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del hidrolizado de pescado en el alimento balanceado sobre el rendimiento productivo del camarón en cautiverio. Se usaron 8 jaulas de 1 m², sembrando 15 camarones con pesos iniciales promedio de 15.6 g. El hidrolizado empleado fue de origen comercial. Se efectuaron dos tratamientos que consistieron en: a) alimentar los camarones con el alimento balanceado más hidrolizado de pescado, b) alimento balanceado únicamente (control). Cada tratamiento fue manejado con cuatro replicas. Los resultados obtenidos demuestran que en cuanto al peso y supervivencia no hubo diferencias significativas ($P > 0,05$), los camarones alimentados con el tratamiento balanceado más hidrolizado presentaron una diferencia numérica mayor en cuanto al peso y supervivencia con un promedio general de 20.76 g y 71.6% a diferencia del grupo control que presento un peso y supervivencia promedio general de 19.68 g y 68.3%. Así mismo, en cuanto al FCA fue más eficaz en el tratamiento con hidrolizado con un 3.35 por el contrario al tratamiento con balanceado que fue menos eficiente con un 4.79. En los costos de producción existe un gasto mayor en el tratamiento que se adiciona hidrolizado, sin embargo, los días de cultivo se reducen y se obtiene un mayor rendimiento productivo con el tratamiento con hidrolizado. Se concluye que el uso de hidrolizados en la acuicultura es beneficioso, debido que genera resultados favorables en los rendimientos productivos del cultivo de camarón.

Palabras claves: Peso, supervivencia, FCA, costo de producción, alimento balanceado, hidrolizado, parámetros.

ABSTRACT

Cultured production of *L. vannamei* represents 70% of world shrimp production. Aquaculture crops have intensified in number of organisms per unit area and volume, making the use of formulated feed indispensable for animal feeding. It is known that the shrimp production field generates approximately 60% of its production cost. Nowadays, the raw material obtained in aquaculture production, whose fish and shrimp by-products are constituting a problem of environmental pollution due to lack of utilization, it is considered that one of the most viable methods to take advantage of these resources are bioactive peptides (hydrolyzed) as feed additives for aquatic organisms. The objective of the study was to evaluate the effect of fish hydrolyzate in the balanced feed on the productive performance of shrimp in captivity. Eight 1 m² cages were used, seeding 15 shrimp with average initial weights of 15.6 g. The hydrolyzate used was of fish origin. The hydrolyzate used was of commercial origin. Two treatments were carried out: a) feeding the shrimp with the balanced feed plus fish hydrolysate, b) balanced feed only (control). Each treatment was managed with four replicates. The results obtained show that in terms of weight and survival there were no significant differences ($P>0.05$), the shrimp fed with the balanced plus hydrolyzed treatment presented a greater numerical difference in terms of weight and survival with an overall average of 20.76 g and 71.6% as opposed to the control group that presented an overall average weight and survival of 19.68 g and 68.3%. Likewise, the FCA was more efficient in the hydrolyzed treatment with a 3.35 on the contrary to the balanced treatment, which was less efficient with a 4.79. In production costs, there is a higher expense in the treatment with hydrolyzate added, however, the days of cultivation are reduced and a higher production yield is obtained with the treatment with hydrolyzate. It is concluded that the use of hydrolyzates in aquaculture is beneficial, since it generates favorable results in the productive yields of shrimp farming.

Key words: weight, survival, FCA, cost of production, feed, hydrolysate, parameters.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	I
DEDICATORIA	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT.....	V
1 INTRODUCCIÓN	1
2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3 JUSTIFICACIÓN	4
4 OBJETIVOS	5
4.1 Objetivo general	5
4.2 Objetivos específicos	5
5 REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	6
5.1 Cultivo de camarón	6
5.2 Morfología y taxonomía.....	6
5.3 Ciclo de vida	7
5.4 Manejo del cultivo.....	8
5.4.1 Manejo en jaulas	9
5.5 Factores de calidad de agua para cultivo de camarón	10
5.6 Nutrición y alimentación.....	11
5.7 Péptidos bioactivos o hidrolizados proteicos	11
5.8 Obtención de péptidos bioactivos	13
5.9 Composición de los alimentos con péptidos de origen animal	14
5.9.1 Hidrolizados de peces	14
5.9.2 Hidrolizados de crustáceos.....	16

6	MATERIALES Y MÉTODOS	19
6.1	Ubicación del área experimental	19
6.2	Materiales y Equipos	19
6.3	Diseño experimental.....	21
6.3.1	Unidad Experimental	22
6.3.2	Diseño de las unidades experimentales	22
6.4	Variables a medir	22
6.4.1	Ganancia de peso (g).....	22
6.4.2	Sobrevivencia (%).....	22
6.4.3	Factor de conversión alimenticia (FCA)	23
6.4.4	Costos de producción	23
6.5	Manejo del ensayo.....	23
6.5.1	Obtención de juveniles de <i>Litopenaeus vannamei</i>	23
6.5.2	Alimentación	23
6.5.3	Control de parámetros físico-químicos analizados	25
6.6	Procesamiento estadístico	26
7	RESULTADOS.....	27
7.1	Parámetros físico químicos del entorno experimental	27
7.2	Incremento del peso (g).....	27
7.3	Supervivencia	30
7.4	Factor de conversión alimenticia (FCA)	31
7.5	Costos de producción	32
8	DISCUSIÓN	34
9	CONCLUSIONES	36
10	RECOMENDACIONES	37

11 BIBLIOGRAFIA.....	38
12 ANEXOS.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Resumen de las diferentes etapas del ciclo de vida del camarón	8
Figura 2 Beneficios del uso de bioactivos como aditivos en alimentos para organismos acuáticos.....	12
Figura 3 Procesos llevados a cabo para la obtención de péptidos hidrolizados a base de sus productos acuícolas.....	13
Figura 4 Resumen de la captura incidental y elaboración de hidrolizados de <i>Callinectes ornatus</i> y <i>Hepatus pudibundus</i>	17
Figura 5 Ubicación de la granja Marco Antonio Castillo León lugar del desarrollo del experimento	19
Figura 6 Media del peso de los camarones en función a las dietas con alimento balanceado y balanceado más hidrolizado.....	28
Figura 7 Efecto de la dieta con hidrolizados (b) y con balanceado (a) durante la fase inicial, intermedia y final de los días de cultivo	29
Figura 8 Porcentaje de supervivencia en camarones alimentados con la dieta con balanceado y balanceado más hidrolizado.....	31
Figura 9 Eficiencia del FCA con la dietas con balanceado y balanceado más hidrolizado ..	32
Figura 10 Cálculo de rendimiento de producción para evaluación de costo	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Taxonomía del <i>Litopenaeus vannamei</i>	7
Tabla 2 Croquis del experimento establecido.....	21
Tabla 3 Prueba T-student para muestras independientes para peso promedio de los camarones en función de ambas dietas	28
Tabla 4 Prueba T-student para muestras independientes para la supervivencia de los camarones en función de ambas dietas	30

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A Pesaje de camarones para la siembra	45
Anexo B Alimento balanceado y alimento balanceado más hidrolizado	45
Anexo C Colocación del alimento en los comederos.....	45
Anexo D Observación de heces y mudas	45
Anexo E Desmontaje de jaulas.....	45
Anexo F Conteo de organismos vivos y muertos.....	45
Anexo G Medición de turbidez con el disco secchi	46
Anexo H Medición de pH con tiras de colorimetría	46
Anexo I Medición de amonio con kit.....	46
Anexo J Medición de nitrito con Kit.....	46
Anexo K Medición de Oxígeno y temperatura con oxigenometro digital YSI Pro 20	46

1 INTRODUCCIÓN

La producción agropecuaria es una labor que genera beneficios sociales y económicos a nivel mundial y en nuestro país Ecuador. El cultivo del *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) comúnmente conocido como camarón blanco del Pacífico es una de las especies acuícolas de más rápido crecimiento y más rentables a nivel mundial, con una producción de 2018 que alcanzó los 4,9 millones de toneladas métricas. La producción cultivada de *L. vannamei* constituye el 70 % de la producción en todo el mundo de camarones cultivados y tuvo un valor de (US) \$ 35 mil millones en 2019. En el caso de Ecuador, el país pasó de producir 550.000 TM en 2018 a 663.073 TM en 2020 ubicándose mundialmente como el principal exportador de *L. vannamei* el año pasado (Molina & Espinoza, 2021).

La industria acuícola ha intensificado en los cultivos mayor número de organismos por unidad de área y volumen, aplicando técnicas que garanticen la sostenibilidad y sustentabilidad de los cultivos en el cumplimiento de los parámetros físicos, químicos y biológicos que los organismos requieren para el funcionamiento metabólico y fisiológico.

Los alimentos acuícolas formulados son uno de los componentes clave en el desarrollo del sector de la acuicultura. Conociendo que el campo productivo del camarón genera aproximadamente el 60% de su costo en la alimentación durante su producción, se debe tener mayor control de inversión para mejorar su conversión y ganancia productiva; por tal razón, la industria alimenticia cada día está mejorando calidad en las dietas balanceadas con el aporte de aditivos para generar eficiencia en el aprovechamiento, salud y asimilación por la especie en cultivo.

Hoy en día la materia prima obtenida en la producción acuícola cuyos subproductos de peces y camarones, están constituyendo un problema de contaminación ambiental por falta de aprovechamiento, preocupando a investigadores y a la sociedad en general, por ende, se requiere el cumplimiento de la ley de pesca artículo 15. Afortunadamente, estos desechos contienen muchas biomoléculas que incluyen ácidos grasos, polisacáridos, péptidos, proteínas, enzimas, vitaminas y minerales con un amplio espectro de actividad biológica. Donde se determina un gran interés a nivel mundial de los productos bioactivos de la

acuicultura y los productos del mar por sus beneficios y diversos usos en la industria (Lopez *et al.*, 2020).

Por consiguiente, la investigación se enfoca en el uso de péptidos bioactivos como aditivos para la alimentación del camarón *Litopenaeus vannamei* en cautiverio (jaulas), con el propósito de conocer los beneficios que generan las dietas suministradas, labor que tendrá un control de 21 días, donde se logrará la observación y análisis del crecimiento, supervivencia, factor de conversión alimenticia y los costos generados al utilizar estos componentes bioactivos en la alimentación de los organismos cultivados.

Los péptidos son fragmentos activos funcionales de proteínas que pueden proveer los nutrientes óptimos para el crecimiento y desarrollo. Estos tipos de péptidos no solo tienen una actividad atractiva, sino que también forman la base para el desarrollo de antioxidantes, inmunomoduladores, emulsionantes, aromatizantes y agentes antibacterianos. Como dato, se ha encontrado actividad antioxidante en los hidrolizados pescados y camarones, lo que ayuda a neutralizar la actividad de los radicales libres (moléculas o átomos inestables que pueden dañar las células en los organismos vivos) (Molina & Espinoza, 2021).

Generalmente, los péptidos se pueden dividir en péptidos endógenos y péptidos exógenos según sus diferentes fuentes. El número de estudios sobre péptidos bioactivos que proporcionan algunos beneficios fisiológicos para la salud está aumentando considerablemente. Los péptidos bioactivos son conocidos por sus efectos positivos que promueven la salud debido a su pequeño tamaño y alta tasa de utilización en el cuerpo. Los péptidos se metabolizan más fácilmente que los aminoácidos, lo que puede optimizar eficazmente (Yang *et al.*, 2021).

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La actividad acuícola en su inicio se sustentó en sistemas de producción extensivos, con baja densidad de población en metro cuadrado (m²), sin embargo, conforme el pasar de los años el cultivo de camarón ha mejorado con su tecnología, con la finalidad de suplir la necesidad alimenticia causada por el incremento de la población mundial. Los nuevos sistemas de cultivo como lo son los intensivos, generan una demanda de dietas balanceadas, siendo el producto de mayor gasto económico para el productor acuícola, debido que es la principal fuente de energía para los organismos cultivados y el principal potenciador de ganancia de peso y crecimiento. Sin embargo, gran parte del alimento suministrado a las unidades de cultivo se pierde por lixiviación en un 15%, debido que no es consumido por los organismos, ocasionando en algunos de los casos una pérdida económica considerable, ya que no se obtiene los resultados esperados en los animales cultivados, además, ese alimento desperdiciado provoca un deterioro a la calidad de agua y suelo. Según Hernández (2016) menciona que el exceso de acumulación de los compuestos nitrógenos, tales como amonio, nitritos y nitratos son considerablemente perjudiciales para los seres vivos del ecosistema acuático. Estos productos nitrogenados por lo general sufren cambios por lo que su presencia o altos niveles de los mismos incitan en afectaciones de los parámetros físico-químicos y biológicos de los sistemas de producción acuícola.

3 JUSTIFICACIÓN

El alimento balanceado es el producto que mayor demanda económica genera en el campo de la acuicultura, siendo la principal fuente de alimentaria y de suministro de proteína de los organismos cultivados en sistemas intensivos. Sin embargo, la adición de alimentos a las unidades de cultivo ha generado situaciones adversas a la producción en general, debido que algunos de estos alimentos balanceados no son aprovechados correctamente por los animales, lo cual solo un pequeño porcentaje es asimilado y el resto se pierde, ocasionando alteraciones en los parámetros de cultivos, además, de un retraso en el crecimiento y desarrollo de los organismos por su incorrecta nutrición (Mejia, 2021).

Por esta razón, este trabajo investigativo tiene como objetivo evaluar el uso de péptidos bioactivos marinos extra pellet para la alimentación de los sistemas acuícolas, debido que estos productos han venido siendo fuente de investigación de la acuicultura, en consecuencia a sus diversas capacidades que puede llegar a poseer como lo es: antioxidante, antibacteriano, además, que los organismos cultivados pueden experimentar mejor crecimiento y a su vez poder lograr generar un beneficio en el sistema de cultivo en general, logrando potenciar aún más la actividad acuícola a nivel mundial.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Evaluar los péptidos bioactivos marinos en el cultivo de engorda del Camarón Blanco (*L. vannamei*) en cautiverio.

4.2 Objetivos específicos

- Analizar la tasa de crecimiento y supervivencia del cultivo de camarón usando péptidos bioactivos en la dieta balanceada.
- Verificar la conversión alimenticia del cultivo de camarón blanco en granjas camaroneras (jaulas) con el suministro de péptidos bioactivos en la dieta balanceada.
- Determinar si la adición de péptidos bioactivos en granjas camaroneras (jaulas) generan beneficios económicos en los sistemas de producción.

5 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

5.1 Cultivo de camarón

El camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) es la especie de crustáceo más relevante en la acuicultura, representando el 70% de la producción total de camarón en el mundo (Lia *et al.*, 2018). Considerándose uno de los crustáceos más valiosos comercializados a nivel mundial con una contribución de más de 4.500 millones de toneladas a su consumo mundial (De Silva *et al.*, 2021).

El *L. vannamei* es la especie cultivada dominante, siendo China, India, Tailandia, México y Vietnam grandes productores de este crustáceo (De Silva *et al.*, 2021). En el caso de Ecuador se ubica como uno de los principales productores de camarón, junto con el resto de países. Se conoce que, en el 2018, la producción oficialmente registrada de toneladas métricas de camarón de cultivo llegó a los 510.000, compuesta únicamente de *L. vannamei* (Boyd *et al.*, 2021). Por lo cual, actualmente representa un 95% de la producción nacional de la costa del Ecuador (Sotomayor, 2022).

Normalmente esta especie es de una tonalidad blanca translúcida, de allí recibe el nombre coloquial del camarón blanco del Pacífico, aunque se conoce que su tonalidad cambia según la turbidez del agua, el alimento o el sustrato (Almache, 2020). Además, cuentan con las características de una especie resistente al cautiverio y a los cambios ambientales (Sotomayor, 2022). Asimismo, los ciclos de cultivo se encuentran marcados por el tamaño del animal y capacidad de carga del sistema de cultivo, por lo cual, los sistemas de producción extensivos tiene una duración alrededor de 6 meses, en cambio los sistemas hiperintensivos, intensivo y semi-intensivo son más cortos llegando hacer en promedio 3 a 4 meses, por su parte la comercialización y el peso promedio alternan entre los 24, 20 y 16 gramos, según las necesidades del mercado (Almache, 2020).

5.2 Morfología y taxonomía

El *L. vannamei* tiene su hábitat natural en las franjas costeras del Océano Pacífico, estos crustáceos se caracterizan por un cuerpo alargado dividido en una zona abdominal y cefalotórax, en este último cuenta con rostrum, periodos, antena y anténulas. En la zona del

abdomen, en cambio tiene 6 segmentos de pleópodos y al final de esta una cola que está conformado por urópodos y un telson, en estado adulto pueden llegar a medir entre 23 a 9 cm, normalmente las hembras tienen un crecimiento más acelerado por lo que adquieren un tamaño mayor que los machos. Por otra parte, estos se encuentran con sexos separados y cuenta con un dimorfismo sexual marcado por estructura propias siendo el petasma para los machos y el tèleico para las hembras (Sotomayor, 2022).

Taxonómicamente el *L. vannamei* se clasifica de la siguiente manera:

Tabla 1 Taxonomía del *Litopenaeus vannamei*

Taxonomía	
Phylum	Arthropoda
Subphylum	Crustacea
Clase	Malacostraca
Orden	Decapoda
Suborden	Dendobranchiata
Familia	Penaeidae
Género	Litopenaeus
Especie	<i>P. vannamei</i> (Boone, 1931)

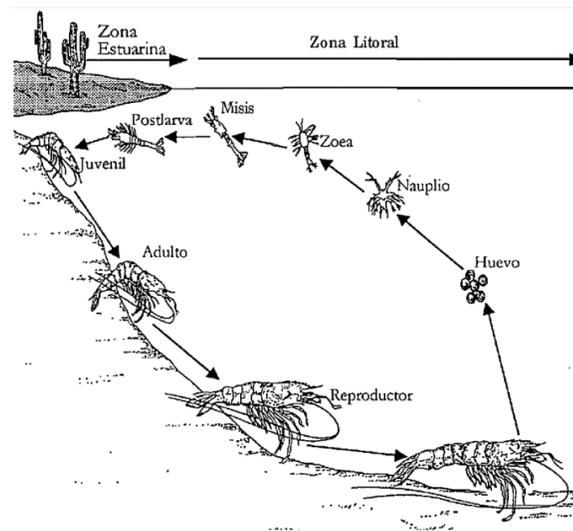
Fuente: Cobo & Pérez (2018)

5.3 Ciclo de vida

El ciclo de vida del *L. vannamei* empieza cuando las hembras grávidas, es decir, hembras en etapa de reproducción (Almache, 2020), desovan los huevos previamente fertilizados para su eclosión en un lapso de tiempo de 14 a 16 horas, abriendo paso al primer estadio larvario conocido como nauplio, durante esta etapa que dura entre 50 a 40 horas se alimenta por el saco vitelino (una reserva de nutrientes) y mediante las antenas se desplaza por la columna de agua (Reyes, 2021), además pasa por 5 subestadios antes de pasar al estadio de Zoea, durando alrededor de 5 días para el cual tiene que pasar por 3 subestadios, en ese transcurso de tiempo su alimentación se basa de fitoplancton, ya que no cuenta con una cavidad bucal desarrollada (Valle, 2020).

Posteriormente, de la etapa de Zoea pasan a Mysis, que dura 3 días y tres subestadios larvales. En este estado, las larvas adquieren pleópodos y cuenta con sistema digestivo por lo que se puede alimentar de artemias, rotíferos, copépodos, etc. Por último, llega al estadio de postlarva midiendo entre 2,5 a 5 mm, presentando una disminución de los exopoditos de pereiópodos, rostrum, pleópodos con sedas. Esta fase es una de las más cruciales para el área comercial del producto (Reyes, 2021).

Figura 1 Resumen de las diferentes etapas del ciclo de vida del camarón



Fuente: Reyes (2021)

5.4 Manejo del cultivo

El cultivo de camarones se ha desarrollado con bastante rapidez tanto a partir de la tecnología como de los métodos de cultivo. Este desarrollo es inseparable del aumento del conocimiento y de la cada vez más limitada tierra cultivable a lo largo de la costa por lo cual se ha optado por intensificación u otras unidades de cultivo como las jaulas. Con base en la entrada de tecnología, los sistemas de cultivo de camarones se dividen en tres categorías:

- 1) estanques extensivos
- 2) estanques semi-intensivos
- 3) estanques intensivos/superintensivos (Fadilah *et al.*, 2021).

Cuanto más intensivo sea el sistema de cultivo, menor será la dependencia de la alimentación natural. Los estanques tradicionales/extensivos dependen mucho de la alimentación natural. Solo se proporciona un poco de alimento adicional, por lo que la capacidad de carga de estos tipos de cultivo es muy limitada. En este sistema, no hay tratamiento de esterilización de agua y aplicaciones de bioseguridad. La densidad de la población no es superior a cinco individuos/m². Mientras que, en los sistemas intensivos, la principal fuente de alimentación es la alimentación artificial/comercial, el papel de la alimentación natural es muy pequeño. Cuanto más intensivo sea el sistema de cultivo, mayor será el aporte tecnológico y de manejo. La tecnología de entrada incluye equipos tales como aireadores/ruedas hidráulicas, bombas de agua, máquinas, generadores y otros, así como equipos de apoyo como laboratorios (Fadilah *et al.*, 2021).

5.4.1 Manejo en jaulas

Para el manejo de cultivo de camarones en jaulas se tiene que tomar en cuenta varios aspectos, en cuanto la infraestructura de las mismas, en el caso de jaulas pequeñas éstas deberían estar entre volúmenes de 1 a 30 metros cúbicos y con al menos un metro de profundidad con una superficie cerrada para evitar hundimientos totales o parciales, así como escapes. Por otra parte, la malla de la jaula dependerá del estadio en que se encuentre el camarón, a medida que estos crecen se deben cambiar por un ojo de malla mayor (Radulovich, 2010).

Al tener un flujo constante de agua permite mantener una buena concentración de oxígeno por lo que se puede manejar altas densidades de cultivo, aunque estas pueden verse afectadas por factores tales como la calidad de agua, la corriente de agua, el tamaño de la jaula y, la cantidad y calidad del alimento suministrado. La alimentación es un punto clave tanto financieramente como para el crecimiento del organismo, ya que al no contar con un sistema de cultivo que le provea alimento natural como es el caso de los sistemas semi intensivos, el alimento debe cubrir todas las necesidades nutricionales del organismo. Además, se debe de tener en cuenta el mantenimiento de las jaulas debido a que éstas pueden ser invadidas por especies como jaibas, una obstrucción del ojo de malla, organismos muertos, etc., por lo cual es importante limpiar las redes semanalmente (Radulovich, 2010).

Para la etapa de la cosecha es necesario utilizar una red de cerco para poder concentrar la mayor cantidad de organismos, posteriormente extraer los de la misma y colocarlos en los debidos depósitos llenos con hielo y agua para transportarlos a las instalaciones en la costa (López & Ruíz, 2015).

5.5 Factores de calidad de agua para cultivo de camarón

Mantener un cultivo con buena calidad de agua es el eslabón más crítico para asegurar la eficiencia productiva y la calidad de la acuicultura (Hu *et al.*, 2020). Los parámetros como el oxígeno disuelto, pH, amonio, temperatura, y demás, son importantes para un protocolo de manejo de calidad del agua en el cultivo de camarones, por ejemplo, con un oxígeno disuelto bajo (menos de 2 ppm) y el amoníaco alto (más de 1 ppm) inducen estrés en los camarones, haciéndolos propensos a enfermedades y reduciendo el crecimiento. Además, la disminución del oxígeno disuelto aumenta la toxicidad aguda del amoníaco, siendo 0,21 ppm el “mínimo aceptable” para *Penaeus monodon*. y la supervivencia en camarones peneidos en estanques de tierra aumenta a medida que el oxígeno disuelto aumenta de 1,1 ppm a 4,6 ppm (Hukom *et al.*, 2019).

El pH cumple un papel en la cría de camarones, sin embargo, fluctúa durante el día y la noche con un valor de pH óptimo entre 6 y 9. Los valores fuera de este rango causan estrés, una conversión alimenticia menos eficiente y, por lo tanto, disminución en el crecimiento. Los niveles bajos de pH pueden causar caparazones blandos en *P. monodon*, mientras que en el *L. vannamei* es más resistente a valores de pH más altos que a valores de pH más bajos (Hukom *et al.*, 2019).

Un aumento de la salinidad y la temperatura reduce al máximo el nivel posible de oxígeno disuelto en el agua. Aunque 15 a 25 ppt es una salinidad ideal para los camarones cultivados, muchas granjas camaroneras tienen niveles de salinidad más bajos debido a la falta de sitios de producción disponibles. Las temperaturas de 25 a 35 °C aseguran las tasas de supervivencia más altas para *L. vannamei*. Los cambios a niveles extremos de estos parámetros causan mortalidad y, por lo tanto, los parámetros de calidad del agua son fundamentales en la gestión. Por lo cual, se sugiere utilizar el índice de idoneidad de la calidad del agua como un enfoque para mejorar la eficiencia operativa (Hukom *et al.*, 2019).

5.6 Nutrición y alimentación

La nutrición de los camarones es importante conocer, ya que esta necesita un tratamiento específico ya sea en la etapa de nauplio, zoea, mysis, postlarva, juvenil (Palacios, 2022), siendo en este último estadio donde la alimentación debe ser rica en minerales para conseguir un crecimiento más acelerado para alcanzar un peso entre 2 a 4 gramos en el lapso de los 20 días que dura esta fase (Viscaíno-Córdova & Vega-Granda , 2019).

En la etapa adulta el camarón tiene la capacidad de digerir alimentos de un tamaño mayor, como son las dietas sintéticas (uso de balanceados) (Palacios, 2022). Estos alimentos balanceados llegan a representar uno de los mayores costos en la producción, por lo cual se ha buscado las metodologías adecuadas para suministrar el alimento e incrementar el crecimiento de los camarones (Bravo & Santos, 2019), no obstante la dosificado también juega un papel importante, con lo cual se busca alimentación efectiva que incorporan compuestos que promueven la salud de los organismo en cultivo como proteínas, hidrolizados y péptidos bioactivos que pueden estimular los mecanismos de defensa y lograr un mejor crecimiento son algunas de las prioridades para el desarrollo sostenible de la acuicultura (Siddik *et al.*, 2021).

5.7 Péptidos bioactivos o hidrolizados proteicos

Los péptidos o hidrolizados proteicos se los pueden definir de manera estructural como pequeños polímeros estructurados por la combinación de enlaces peptídicos con un número bajo de aminoácidos. Asimismo, son categorizados por el número de aminoácidos que los comprende, por ejemplo: oligopéptidos tienen cerca de 2 a 12 aminoácidos, los péptidos están formados aproximadamente por más de 50 aminoácidos y finalmente las proteínas constituidas con más de 100 aminoácidos (Ponce, 2015).

Por otra parte, los péptidos bioactivos son secuencias de aminoácidos (usualmente contiene entre 2 y 20 aminoácidos) (López-Pedrouso *et al.*, 2020), estos se los pueden definir como una cadena de aminoácidos inactivos alojadas en una proteína precursora que produce cierta actividades biológicas, luego de su liberación a través de digestión enzimática o hidrólisis química (Ponce, 2015), es decir, son aminoácidos que están inactivas cuando se incluyen en una proteína, pero activas cuando se liberan (López-Pedrouso *et al.*, 2020).

Actualmente, los hidrolizados de proteínas ricos en péptidos bioactivos de bajo peso molecular se han producido a partir de subproductos de pescados y mariscos mediante hidrólisis enzimática y han sugerido una mejor manera de utilizar los subproductos de pescado y camarón. Los péptidos podrían usarse de manera beneficiosa en los alimentos acuícolas, para aumentar el crecimiento de los peces, la utilización del alimento, las defensas antioxidantes del cuerpo, la resistencia a las enfermedades y la función del sistema inmunitario, especialmente como parte de la harina de pescado (Nikoo, 2021).

Figura 2 Beneficios del uso de bioactivos como aditivos en alimentos para organismos acuáticos



Fuente: Leyva & Hernández (2019)

Además, Candolo *et al.* (2020) menciona que los péptidos participan principalmente en la señalización celular, son capaces de desempeñar funciones como agonistas, antagonistas, moduladores, mediadores, hormonas, efectores, cofactores, activadores, estimuladores, etc. Los estudios sobre los efectos farmacológicos de los péptidos de pescado han revelado actividades antihipertensivas, inmunomoduladoras, antioxidantes, antitumorales y antimicrobianas.

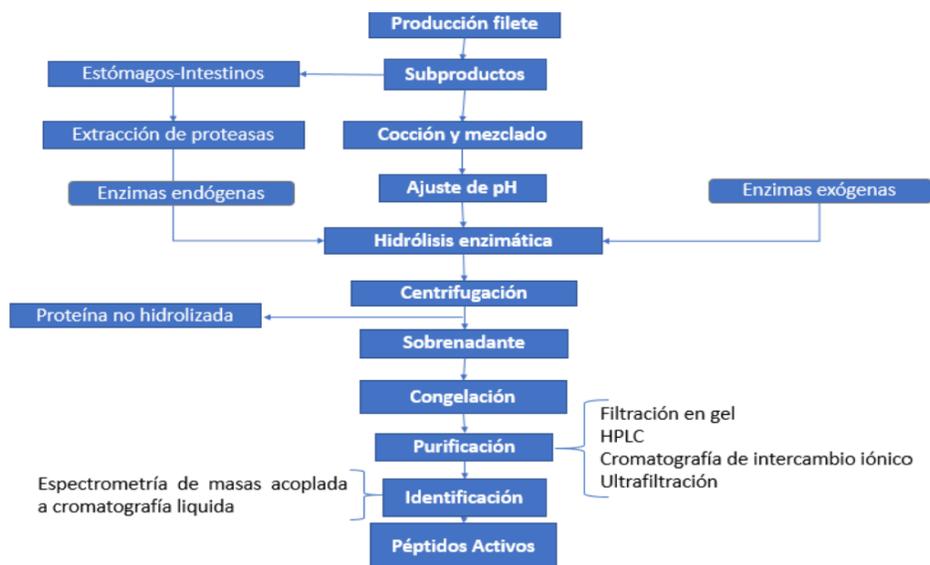
Lo anteriormente mencionado concuerda con Ponce (2015), quien indica que los péptidos bioactivos presentan múltiples funciones gracias a su propiedad hidrofóbica, su estructura y las cualidades de los enlaces con microelementos. Además, la característica antioxidante de algunos péptidos se relaciona con una elevada concentración de aminoácidos hidrofóbicos e

histidina, en cambio la actividad antitrombótica se debe a la alta concentración de ácido aspártico, isoleucina y lisina, la actividad hipocolesterolémica con péptidos con niveles bajos de arginina, glicina, lisina, metionina y una alta concentración de aminoácidos hidrofóbicos.

5.8 Obtención de péptidos bioactivos

La obtención de los hidrolizados de proteína se da gracias al rompimiento de la proteína en fragmentos de cadena corta de los aminoácidos que también son llamados aminoácidos libres. Existen varios métodos que se han llegado a utilizar para hidrolizar proteína de origen animal como vegetal, entre estos tenemos el método enzimático, el método ácido y el método básico. Los métodos básicos y ácidos se les llega a utilizar cuando se necesita un elevado grado de fragmentación de la proteína, con el cual se obtiene mejores parámetros tecnofuncionales, como capacidad espumante, emulsificante y viscosidad (Gaviria-Acosta, 2017).

Figura 3 Procesos llevados a cabo para la obtención de péptidos hidrolizados a base de sus productos acuícolas



Fuente: Gaviria-Acosta (2017)

Por otra parte, los hidrolizados que se obtienen por el método enzimático dan uso del principio de fraccionamiento selectivo de los enlaces peptídicos que enlazan los aminoácidos que forman la estructura principal de las proteínas, esto se logra mediante enzimas que cuentan con la capacidad proteolítica. En la actualidad se están realizando varios tipos de

hidrolizados de proteína de origen animal, especialmente del pescado mediante una serie de diferentes enzimas proteolíticas, los procesos aplicados para la obtención de estos péptidos activos hidrolizados se observan en la figura 3, cabe mencionar que estos procesos se utilizan los subproductos de la producción acuícola además los procesos que se describen en el mismo se logran llevar a cabo a través de las mismas enzimas proteolíticas que se encuentran presente en los subproductos de las enzimas endógenas, como por ejemplo: las peptinas (Gaviria-Acosta, 2017).

Cabe destacar que la actividad biológica y la función que cumpla el hidrolizado estará en relación con la naturaleza y la constitución de los péptidos mediante la hidrolisis (Hleap & Gutiérrez, 2017), con lo cual también influye el método de producción y producción del mismo. Los hidrolizados se diferencian de la proteína de origen en el tamaño de las moléculas y sus propiedades biológicas y nutricionales. Un nivel bajo de hidrolisis, entre el 10% al 1% proporciona mejoras en las características funcionales en los alimentos, como se mencionó anteriormente estos son: solubilidad, emulsificante y espumante. En cambio, un nivel extensivo, es decir superior al 10%, produce péptidos que presentan una elevada absorción gastrointestinal y una mayor solubilidad, por lo tanto, cuenta con posibilidad de aplicarse en los alimentos líquidos (Ponce, 2015).

5.9 Composición de los alimentos con péptidos de origen animal

Los peces y crustáceos, al igual que otros organismos acuáticos, son una fuente potencial de compuestos bioactivos estructuralmente diversos (Candolo *et al.*, 2020). Se conoce que los subproductos de pescados y mariscos con una conservación y manipulación óptimas y sin problemas de seguridad sanitaria pueden utilizarse como materias primas valiosas para ingredientes funcionales. Los hidrolizados de proteínas ricos en péptidos bioactivos de bajo peso molecular se han producido a partir de estos subproductos, esto a través de hidrólisis enzimática (Nikoo, 2021).

5.9.1 Hidrolizados de peces

Los hidrolizados de proteína de pescado, tienen un balance de aminoácidos y una buena digestibilidad, así como una rápida adsorción, tienen algunas propiedades funcionales poco estudiadas pero que son importantes en la formulación de alimentos (Sierra *et al.*, 2018). No

obstante, los contenidos de proteína del hidrolizado proteico varían entre 60,0% y 90,0% según los tipos y fuentes de materia prima y el protocolo de hidrólisis seguido. El alto contenido de proteína del hidrolizado proteico se debe a la solubilización de la proteína durante la hidrólisis enzimática y la eliminación de lípidos después de la hidrólisis y puede aumentar mediante la eliminación de fracciones insolubles por centrifugación (Siddik *et al.*, 2021).

Sin embargo, el contenido de proteína del hidrolizado proteico a base de pescado también varía con la temperatura utilizada para el secado en el momento de producción. El contenido de proteína cruda de péptido bioactivo se redujo de 49,6% a 37,7% cuando la temperatura de secado se incrementó de 150°C a 180°C. Además, el contenido de proteína solubilizada en hidrolizado proteico depende de la cantidad de lípidos en las materias primas empleadas para la producción del hidrolizado proteico. Las materias primas que tienen mayor porcentaje de lípidos producen menor cantidad de proteína solubilizada (Siddik *et al.*, 2021).

Varios estudios han informado que el contenido de lípidos del hidrolizado proteico a base de pescado es <5% de la composición total. El bajo contenido de lípidos de los hidrolizados proteicos puede deberse a la eliminación de grasas y fracciones de proteínas insolubles por centrifugación. El contenido de lípidos reducido puede aumentar la estabilidad del producto final frente a la oxidación de lípidos, pudiendo aumentar la vida útil de este tipo de alimentos en condiciones de almacenamiento (Siddik *et al.*, 2021).

Las características que tiene este tipo de alimentos Vázquez *et al.* (2020) indicaron la presencia de una elevada concentración de proteína soluble (>62 g/L), un elevado rendimiento de digestión (>83%), notables grados de hidrólisis (37-30%), un elevado nivel de digestibilidad *in vitro* (>92%) y un perfil de aminoácidos excelente. En cuanto los beneficios Quinto *et al.* (2018) mencionan que reemplazar la harina de pescado por hidrolizados proteicos de tilapia promueve un mejor crecimiento del camarón y permite mayores niveles de sustitución en la elaboración de los piensos. Además, recomiendan sustituir 60 g/kg de harina de pescado por hidrolizados proteicos de tilapia para mejorar el crecimiento.

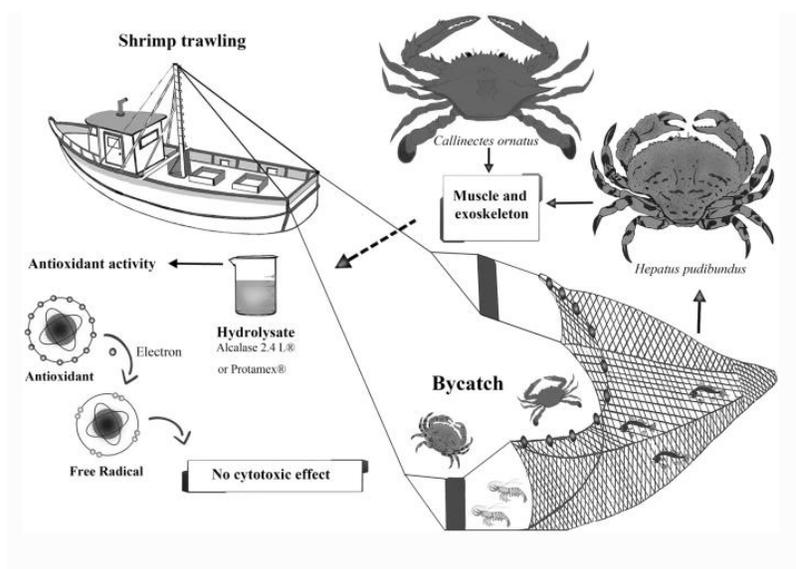
5.9.2 Hidrolizados de crustáceos

Después del procesamiento industrial, el 75 % del peso de los mariscos termina como subproductos (Al *et al.*, 2020). En el caso de los crustáceos, específicamente del camarón este después del procesamiento, los subproductos se dividen principalmente en cabeza y exoesqueleto (cáscara y cola). Los porcentajes de estos descartes están en el rango 28–38.9%, 8–11.5% y 2.3–4% para cabeza, cola y caparazón, respectivamente, dependiendo de la especie. Se utilizan dispositivos mecánicos para clasificar los descartes en subproductos resultantes de cabeza y cáscara con diferencias significativas en la composición química (López-Pedrouso *et al.*, 2020).

Los descartes anteriormente mencionados están compuestos de proteínas, lípidos, cenizas, carotenoides (principalmente astaxantina) y quitina, pero la cabeza de camarón en general es más rica en proteínas (54,4 frente a 43,98 %), lípidos (11,9 frente a 1,53 %), cenizas (21,2 frente a 18,77 %) y contenido de carotenoides (20.6 vs 5.3mg/100g) que la cáscara, mientras que la cáscara es una excelente fuente de quitina en comparación con la cabeza (34.92 vs 9.3) (López-Pedrouso *et al.*, 2020).

No obstante, estos subproductos se han podido ser utilizados para las dietas de cultivo de diferentes organismos acuáticos, según Gisbert *et al.* (2018) los hidrolizados de proteína de camarón se puede incorporar en alimentos acuícolas, reemplazo altos niveles de harina de pescado por proteínas derivadas de plantas sin un impacto perjudicial en el rendimiento del crecimiento somático de los peces. Además, la inmunidad humoral no específica de la lubina y su supervivencia ante un brote epizootico de *Vibrio pelagius* se vieron afectados positivamente, lo que mostró los beneficios inmunomoduladores del hidrolizado de proteína de camarón para evitar patologías y fomentar la salud en los peces.

Figura 4 Resumen de la captura incidental y elaboración de hidrolizados de *Callinectes ornatus* y *Hepatus pudibundus*



Fuente: Camargo *et al.* (2021)

Así mismo, Bae *et al.* (2021) demostraron que los hidrolizados dietéticos de camarón podría mejorar el rendimiento del crecimiento, las respuestas inmunitarias no específicas y la resistencia a enfermedades contra la bacteria patógena *Aeromonas hydrophila* en juveniles de tilapia del Nilo. Por otra parte, Camargo *et al.* (2021) indican que los hidrolizados de proteínas de *Callinectes ornatus* y *Hepatus pudibundus* (figura 4) presentan actividad antioxidante. Además, no se observó ningún efecto citotóxico sobre la viabilidad celular y tienen bioactividad, lo que agrega valor a estas especies de captura incidental y sugiere su uso potencial como ingrediente nutracéutico en la industria alimentaria.

5.9.2.1 Quitina y quitosano

El quitosano se produce principalmente a partir de quitina aislada de residuos de caparzones de cangrejos, camarones y krill. En particular, el camarón tiene el mayor porcentaje de quitina (30–40 %), seguido del cangrejo (15–30 %). El principal proceso industrial de extracción de quitina es a partir de cáscaras descalcificadas, que se hidrolizan para separar proteínas y carotenoides. El quitosano preparado mostró un fuerte efecto antifúngico y anti-actividades proliferativas que aumentan las propiedades antitumorales. Además, se evaluó su actividad antimicrobiana y antioxidante demostrando ser un agente antimicrobiano para la industria

alimentaria (López-Pedrouso *et al.*, 2020). Incluso se puede utilizar para producir un producto listo para comer para envolver salmón crudo con quitosano de extracto desmineralizado de camarón (Gómez-Estaca *et al.*, 2019).

5.9.2.2 Carotenoides

Las algas y los crustáceos son las principales fuentes de astaxantina, alcanzando porcentajes en el rango del 74 al 98% del total de pigmentos y las conchas de los crustáceos contienen carotenoides en el rango de 2,3 a 33,1 g/100 g de carotenoides. Por esta razón, los subproductos de camarones y otros crustáceos adquieren un gran interés y se emplean no solo para la extracción de quitina. En el aceite de subproductos de camarón, se detectaron y separaron astaxantinas y sus ésteres (monoéster y diéster), resultando mejores antioxidantes en comparación con α -tocoferol y BHA (López-Pedrouso *et al.*, 2020).

5.9.2.3 Lípidos de subproductos de crustáceos: Omega-3 ácidos grasos poliinsaturados

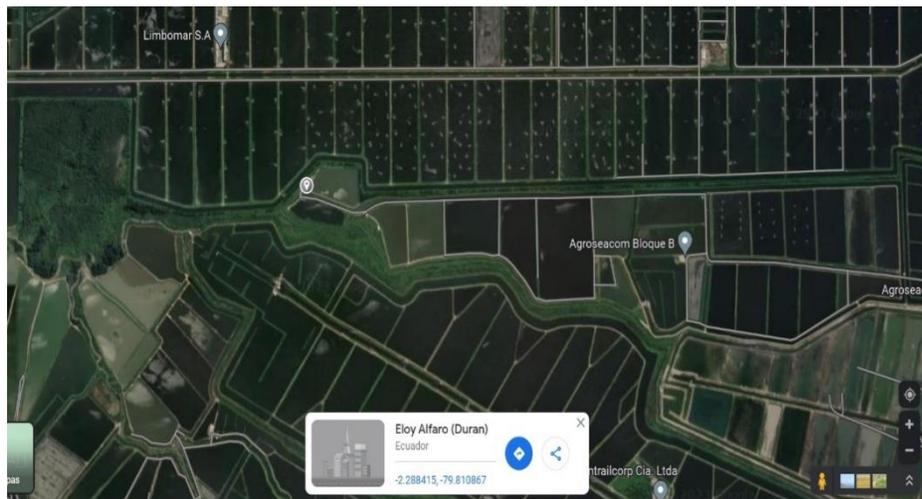
Se conoce que krill antártico y los descartes de crustáceos comestibles son una fuente interesante de PUFA n-3. Los porcentajes de EPA y DHA en subproductos de camarones rosados fueron 8.9% y 10.7%, respectivamente, aumentando en camarones manchados a 10.7% y 10.9% (López-Pedrouso *et al.*, 2020).

6 MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Ubicación del área experimental

El experimento se realizó en la granja camaronera **Marco Antonio Castillo León** perteneciente a la parroquia Taura, cantón Naranjal, provincia del Guayas, Ecuador. Coordenadas: **-2.288415, -79.810867**

Figura 5 Ubicación de la granja Marco Antonio Castillo León lugar del desarrollo del experimento



Fuente: Tomada de Google Maps, 2023.

6.2 Materiales y Equipos

Materiales

- Fundas de plástico con cierre hermético
- Vasos y cucharas de plásticos
- Tubos de PVC de 3^a pulgadas
- Codos de PVC de 3^a pulgadas
- Pegamento de tubería
- Piola plástica
- Cuchillo
- Machete

- Tacho de plástico grande y pequeño
- Gaveta plástica
- Atarraya
- Amarraderas de plástico
- Tablas de madera
- Tablones de madera
- Clavos para madera
- Combo
- Cañas
- Malla o red rómbica
- Comederos testigos
- Agujeta para redes
- Marcador permanente de pizarra
- Libreta de apuntes
- Bolígrafos
- Celular

Equipos.

- Balanza gramera.
- Oxigenometro
- Xpertsea
- Disco secchi
- Tiras de medición de pH
- Kit medidor de amonio
- Kit medidor de nitritos

Insumos

- Alimento balanceado para camarón blanco
- Hidrolizado de pescado
- Pegante

6.3 Diseño experimental

El presente estudio experimental se desarrolló en el lapso de 21 días en varias fases:

La **primera fase** consistió en la compra u obtención de los materiales para la construcción de jaulas y muelles.

La **segunda fase** comprendió el armado de las jaulas; así mismo se armaron los muelles en la piscina que se llevaría a cabo el experimento, la cual tenía 6,47 hectáreas, una profundidad aproximadamente de 1.2, y una salinidad de 6 ppm.

La **tercera fase** consistió en la instalación de las jaulas junto a los muelles dentro de la piscina de cultivo y la distribución de los camarones en cada unidad experimental (15 camarones/m²).

En la **cuarta fase** se contempló el análisis de los organismos en los distintos tratamientos, evaluando el crecimiento, supervivencia, factor de conversión alimenticia (FCA) y los costos de producción

Este estudio corresponde a un modelo estadístico denominado diseño completamente al azar, en el cual se manipula un factor de estudio (alimento balanceado más adición de hidrolizado) con dos tratamientos y cuatro replicas, dando un total de ocho unidades experimentales (Jaulas de 1m²) con un material y entorno experimental que presenta completa homogeneidad.

Tabla 2 Croquis del experimento establecido.

Tratamientos	
Alimento comercial (A)	
Alimento comercial más hidrolizado (B)	
REPLICAS	B
	B
	A
	A
	A
	B
	B
	A

Fuente: autores

6.3.1 Unidad Experimental

Se utilizaron un total de 8 jaulas, construidas con tubos de PVC y malla negra rómbica; cada unidad experimental poseía una dimensión de un 1m².

6.3.2 Diseño de las unidades experimentales

Se realizó el armado de las jaulas empleando tubos de PVC de 3 pulgadas y adaptadores como codos y T del mismo material y dimensión. Además, se hizo uso de malla negra de forma rómbica para que sirva de encierro de los camarones.

Una vez cortados los tubos se procedió a realizar cuadrados con los mismos, es decir se construyó 16 cuadrados de 1m²; a cada jaula le pertenecía dos cuadrados. Luego se procedió amarrar y pegar el par de cuadros juntos, uno encima del otro. Una vez obtenidas las ocho bases de la misma forma, que servirían como flotador, se efectuó el cortado de la malla (2 m largo por 4 de ancho) para empezar a cubrir alrededor del cuadrado; la parte inferior de la malla se coció, para así tener una forma cuadrada. La malla que cubría alrededor del cuadrado de PVC fue ajustada a los tubos con amarraderas y amarrada con piola.

6.4 Variables a medir

6.4.1 Ganancia de peso (g)

Este parámetro muestra el aumento de peso del camarón una vez finalizado el experimento, mostrando la eficiencia en la fase de producción. Para calcular esta variable se debe restar el peso final promedio por jaula menos el peso inicial promedio por jaula, como lo indica la fórmula:

$$\text{Ganancia de peso} = (\text{peso final promedio por jaula} - \text{peso inicial promedio por jaula})$$

6.4.2 Sobrevivencia (%)

Este parámetro indica la cantidad en porcentaje de organismos (camarones) vivos encontrados al culminar el experimento.

Para conocer el porcentaje se debe dividir el número de animales cosechados entre el número de animales sembrados, multiplicando este número por 100, como se demuestra en la siguiente ecuación:

Sobrevivencia = (animales cosechados/animales sembrados) x100

6.4.3 Factor de conversión alimenticia (FCA)

Para conocer el FCA se debe dividir el alimento administrado entre el peso ganado, como lo indica la siguiente ecuación:

FCA = Cantidad de alimento administrado / peso ganado

6.4.4 Costos de producción

Los costos de producción o llamados también costos de operación son aquellos egresos que se realizan para sostener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento.

En el caso de este estudio se busca evaluar la rentabilidad de la producción de camarón en cuanto al suministro de alimento balanceado y alimento balanceado más hidrolizado.

6.5 Manejo del ensayo

6.5.1 Obtención de juveniles de *Litopenaeus vannamei*.

Los camarones juveniles se obtuvieron de la camaronera “**Marco Antonio Castillo León**” Ubicada en la parroquia Taura, cantón Naranjal, provincia del Guayas, Ecuador. Se muestrearon 120 organismos que tuvieron un peso promedio de 15,6 g. Cabe destacar que en la misma piscina donde se extrajeron los organismos se colocaron las jaulas, por lo cual se procedió a colocar en cada una de las unidades experimentales una densidad de 15 camarones/m².

6.5.2 Alimentación

El alimento diario fue dado manualmente, usando comederos testigos en cada una de las jaulas, con la finalidad de llevar un control de la actividad alimentaria del camarón. La cantidad de alimento proporcionada se calculó mediante la tabla de alimento usada en la camaronera **Marco Antonio Castillo León** la cual tuvo una biomasa inicial de 3,65%.

El programa de alimentación fue fraccionado en tres raciones al día, la primera a las 9.00am al 20%, la segunda a la 13:00pm al 30% y la tercera a las 17:00pm al 50%.

6.5.2.1 Alimento balanceado

El alimento balanceado usado en el estudio experimental fue elaborado a través de la tecnología de manufactura de extrusión obteniendo como resultado una partícula (pellet) con un tamaño de 2mm, lo cual el fabricante recomienda proveerlo en camarones con un peso de alrededor de 8 g en adelante; por otro lado, este producto alimenticio está formulado para denotar eficiencia nutricional en situaciones donde la biomasa cultivada se encuentra por las 6.000 lb/ha.

De acuerdo a las características, el alimento balanceado está hecho con la finalidad de mejorar la digestibilidad y la absorción de los nutrientes, favoreciendo la tasa de crecimiento de los organismos; además, contribuye a generar un ambiente de cultivo más saludable y sostenible, así lo indica el fabricante.

- **Ingredientes utilizados en su formulación:** De acuerdo a la etiqueta, el pienso está constituido por los siguientes ingredientes: harinas/tortas de oleaginosas, subproductos de granos, proteínas animales terrestres, proteínas marinas, macrominerales, grasas, concentrados de proteína, gluten, vitaminas, aglutinantes, antifúngico (Ácido propiónico), premezcla de minerales, aminoácidos, antioxidantes (BHT/BHA).
- **Descripción nutricional:** De acuerdo al fabricante el alimento balanceado está conformado por proteína (min) 35,0%; materia grasa (min) 6,0%; fibra cruda (max) 4,5%; Humedad (max) 12,0%; y Cenizas (max) 12,0%

6.5.2.2 Hidrolizado de pescado

Este producto utilizado en el estudio experimental es un potente atractante, promotor de crecimiento y fuente de proteína concentrada de atún (*Thunnus albacares*) altamente digestible de péptidos de cadena corta (< 100.000 Dalton); debido a su alta digestibilidad y solubilidad mejora la conversión alimenticia y ayuda a soportar periodos de stress en peces y camarones.

- **Características:** Algunas de las características tenemos que es un producto líquido viscoso de color café oscuro, soluble en agua con olor característico a pescado.

También tiene un peso molecular <100,000 Dalton y tiene una presentación de contenido neto de 20 kg

- **Almacenamiento:** Mantener en un lugar fresco y seco en condiciones normales de temperatura. El producto abierto tiene un tiempo de almacenamiento de aproximadamente 1 mes y sellado de unos 6 meses.
- **Dosis:** Según especificación del producto, se suministra de 15 a 20 g por kilo de balanceado durante la fase de crecimiento y engorde de camarones y peces.

6.5.3 Control de parámetros físico-químicos analizados

6.5.3.1 Calidad del agua

Durante el tiempo del estudio experimental se efectuaron diversos muestreos diarios a la piscina en la cual se encontraban instaladas las jaulas para llevar un registro de oxígeno y temperatura, esto se realizó con un medidor portátil de oxígeno disuelto de marca YSI Pro 20. Por otro lado, se realizaron análisis semanales de turbidez, pH, contenido de amonio y nitritos

6.5.3.2 Muestreos y cosecha

Durante el estudio experimental se efectuaron tres muestreos del peso de los camarones en el transcurso de los 21 días de cultivo (peso inicial, intermedio y final). Estos pesos fueron realizados el 28 de septiembre, 8 y 18 de octubre del 2022. Se tomó una muestra de camarones por jaulas, se procedió a efectuar el respectivo pesaje con una balanza digital Camry® EK5055 1-5000 g y el peso obtenido debe ser dividido entre el número de organismos muestreos por jaula.

El día 18 de octubre a las 16:00 pm se realizó la cosecha, desmontando las jaulas para ser ubicadas en el muro y proceder al conteo de los camarones en cada una de las jaulas, y de esta forma logrando obtener datos de sobrevivencia y peso.

6.6 Procesamiento estadístico

Los resultados obtenidos con respecto a las variables de peso promedio y el porcentaje de supervivencia se analizaron mediante una prueba T-students para muestras independientes, previo cumplimiento de los requisitos del modelo paramétrico (Test Levene y Shapiro-Wilk) preestableciendo un alfa de 0,05. Cabe mencionar que los análisis fueron llevados a cabo mediante el software estadístico SPSS Statistics versión 22.0 Base para Windows, con una confiabilidad del 95%. Por otra parte, para elaboración de las gráficas de la variable de FCA se utilizó la versión de Excel 2016.

7 RESULTADOS

Para el presente estudio se utilizaron un total de 8 jaulas, cada unidad experimental con una dimensión de un 1 m² con 15 camarones/m², donde se procedió a realizar los siguientes análisis.

7.1 Parámetros físico químicos del entorno experimental

En este estudio se registraron datos de determinados parámetros de calidad del agua, con la finalidad de constatar la influencia sobre el desarrollo del experimento; sin embargo, se logró denotar que no afectaban negativamente en el ensayo. Los rangos de temperatura que se revelaron en el estudio fueron de 27.2 a 29.6 °C, y lo que respecta al oxígeno disuelto, se presentó un promedio de 3.59 mg/L en horas de la mañana, y en horas de la tarde de 9.99 mg/L.

Otros de los parámetros que también se registraron fue la turbidez, pH, contenido de amonio y nitritos, realizándose análisis semanales; no se observaron alteraciones de los mismos, ya que se mantuvieron dentro de los niveles óptimos para el cultivo del camarón.

7.2 Incremento del peso (g)

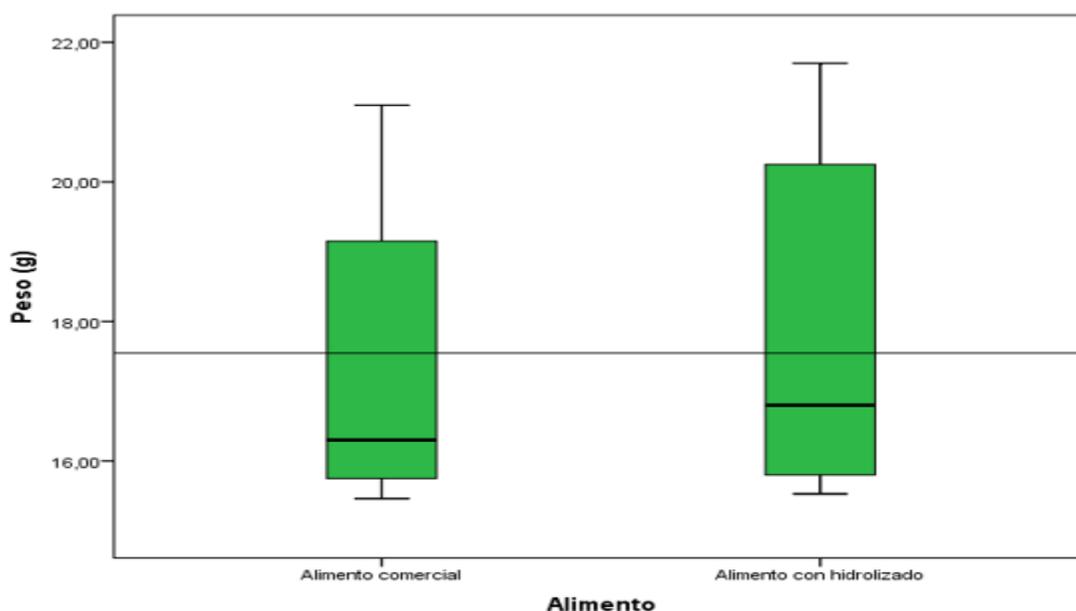
De acuerdo a lo evaluado en el presente trabajo experimental los resultados conseguidos reflejan que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos ($p > 0.05$). En la figura 6 se muestra que el grupo que se le adiciono el hidrolizado presentó un mayor peso promedio al final del estudio de 20,76 g a diferencia de los camarones que fueron tratados con el alimento balanceado comercial (control) que tuvieron un peso promedio de 19,68 g, es decir una ganancia de 1,08 g más en los camarones alimentados con el balanceado más hidrolizado.

En la tabla 3 se muestra la prueba estadística T- Student para muestras independientes, donde se evidencia que no existen diferencias estadísticas significativas en el peso de los camarones en los tratamientos, debido a que el p-valor es de 0.670, siendo mayor al alfa ($p > 0.05$).

Tabla 3 Prueba T-student para muestras independientes para peso promedio de los camarones en función de ambas dietas

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	de la diferencia	
									Inferior	Superior
Peso promedio de camarón por jaula (g)	Se asumen varianzas iguales	,506	,484	-,432	22	,670	-,38083	,88108	-2,20809	1,44642
	No se asumen varianzas iguales			-,432	21,593	,670	-,38083	,88108	-2,21009	1,44842

Figura 6 Media del peso de los camarones en función a las dietas con alimento balanceado y balanceado más hidrolizado

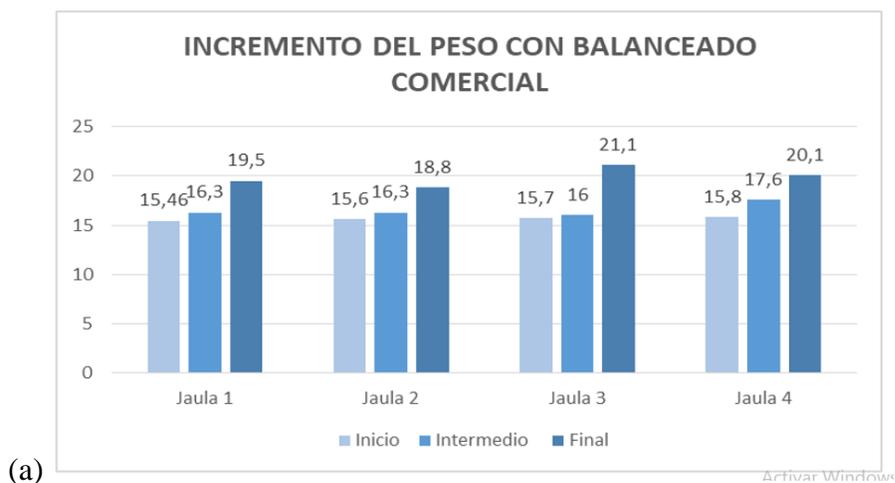
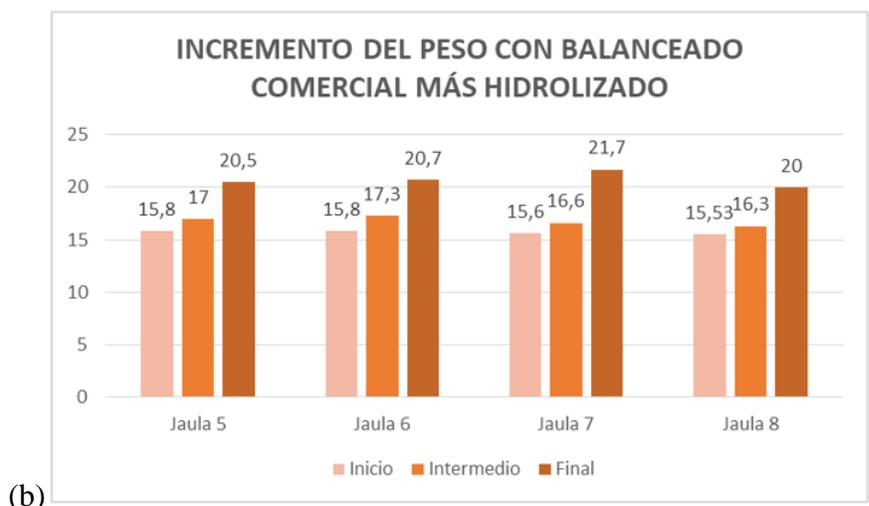


Fuente: autores

Nota: media del tratamiento con alimento balanceado (17,36 g); alimento balanceado más hidrolizado (17,74 g)

En la Figura 7 se muestran los valores del peso promedio obtenido en ambos tratamientos durante la fase inicial, intermedia y final del periodo de cultivo. Logrando evidenciar que el mayor peso de los camarones en el tratamiento con la dieta (b) se evidencio en la jaula 7 con 21.7 g. En cambio, el mayor peso obtenido de los camarones en el tratamiento con la dieta (a) se presentó en la Jaula 3 con 21.1 g.

Figura 7 Efecto de la dieta con hidrolizados (b) y con balanceado (a) durante la fase inicial, intermedia y final de los días de cultivo



Fuente: autores

7.3 Supervivencia

Este parámetro se lo tomo al final del cultivo, es decir en la cosecha, debido a la capacidad de llevar a cabo un conteo más exacto de los camarones, ya que al existir mucha manipulación de los organismos se induce a que sufran estrés y por ende la probabilidad de mortalidad se vuelve mayor.

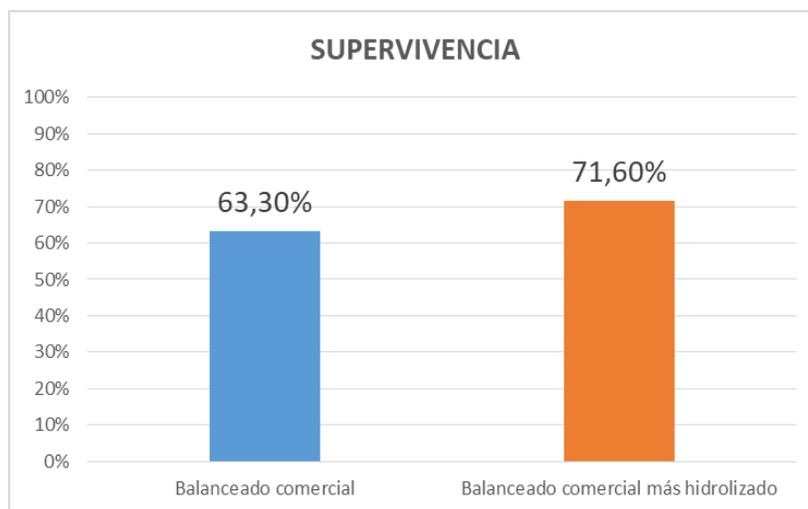
La supervivencia en este estudio experimental mostro un p-valor de 0,695 siendo este mayor al alfa preestablecido (0,05); por lo tanto, no existe diferencia significativa entre los tratamientos. En la figura 8 se muestra que la mayor supervivencia en promedio general se logró obtener en los camarones que fueron alimentados con el tratamiento con balanceado más hidrolizado, consiguiendo un 71.6% de supervivencia a diferencia de los camarones alimentados con el pienso comercial que reflejaron un promedio de 63.3% de supervivencia.

En la tabla 4 se muestra la prueba estadística T- Student para muestras independientes, donde se evidencia que no existen diferencias estadísticas significativas en la supervivencia de los camarones en los tratamientos, debido a que el p-valor obtenido es mayor al alfa preestablecido ($p > 0.05$).

Tabla 4 Prueba T-student para muestras independientes para la supervivencia de los camarones en función de ambas dietas

		Prueba de muestras independientes								
		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	de la diferencia	
									Inferior	Superior
Supervivencia de camarones (%)	Se asumen varianzas iguales	,510	,487	-,400	14	,695	-4,16250	10,41554	-26,50160	18,17660
	No se asumen varianzas iguales			-,400	13,151	,696	-4,16250	10,41554	-26,63767	18,31267

Figura 8 Porcentaje de supervivencia en camarones alimentados con la dieta con balanceado y balanceado más hidrolizado

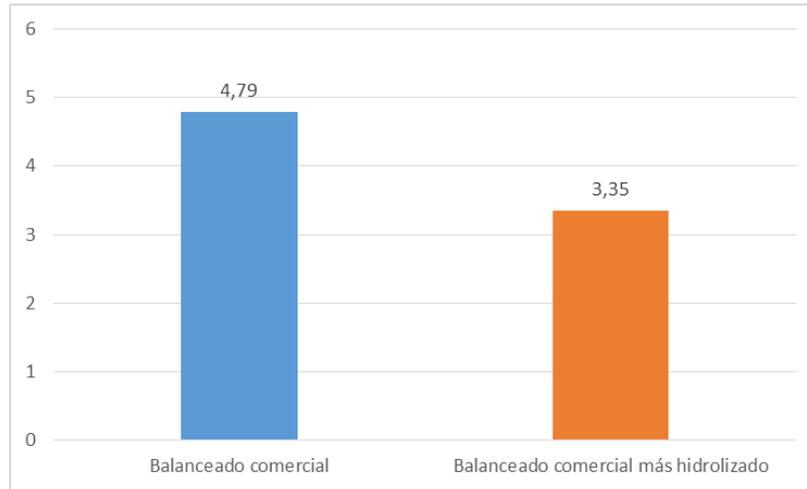


Fuente: autores

7.4 Factor de conversión alimenticia (FCA)

En la figura 9 se muestra la comparación del Factor de Conversión Alimenticia (FCA) entre los tratamientos, demostrando que la más adecuada eficiencia de conversión al final del trabajo experimental fue la de los camarones alimentados con balanceado comercial más adición de hidrolizado con un 3,35, a diferencia de los camarones alimentados únicamente con alimento balanceado que fue de 4,79; es decir, este último grupo presentó la menor eficacia de conversión alimenticia. El FCA demuestra la cantidad de alimento en Kg o g que los animales consumieron por cada Kg o g en peso ganado, siendo así, las dietas más optimas son las que exhiben tasas de conversión relativamente más bajas.

Figura 9 Eficiencia del FCA con la ditas con balanceado y balanceado más hidrolizado



Fuente: autores

7.5 Costos de producción

En la figura 10 se observa el presupuesto de producción de camarón para evaluar costos en una hectárea con el tratamiento alimenticio de balanceado comercial y el tratamiento balanceado comercial más hidrolizado; ambos grupos presentan las mismas condiciones físico-químicos y mismos protocolos de cultivo. Sin embargo, la biomasa de cosecha final es mayor en los camarones alimentados con el alimento balanceado más hidrolizado con un total de 10.895 lb/ha; por el contrario, en los camarones alimentos exclusivamente con el pienso comercial fue de 9.635 lb/ha. En lo que respecta a los días de cultivo resulta más favorable en el tratamiento con balanceado más hidrolizado, debido que se obtiene la cosecha en los 90 días, a diferencia del tratamiento solo con el balanceado comercial (control) que la cosecha final se la obtiene a los 105 días. Además, el parámetro de la supervivencia resulto más favorable en el tratamiento del balanceado más hidrolizado con un 71,64% a diferencia del tratamiento control con un 63.36%.

En cuanto a los gastos económicos en el tratamiento únicamente con el balanceado comercial es de \$8.500, considerando que, el suministro de alimento total es de 6.800 Kg, y el precio por Kg es de \$1,25; los costos fijos son de \$3.000, y la larva tiene un costo de \$920, dando un total de costo de producción promedio de \$12,420. En cambio, en el tratamiento de

balanceado más hidrolizado hay un gasto adicional de \$544 del hidrolizado, dando como resultado un costo de producción promedio de 12.589.

Durante el cultivo se realizan tres raleos donde el precio del camarón de 15 g es de \$0.90, en el de 22 g es de \$1.32 y en el de 30 g es de \$1.80, obteniendo un ingreso total por libras producidas de \$15.749 en el tratamiento con balanceado comercial; mientras que, en el tratamiento con balanceado comercial más hidrolizado se presentó un ingreso total de \$18.017. Se puede inferir que, en cuanto a gastos de producción es mayor en el tratamiento de balanceado más hidrolizado; sin embargo, los días de cultivo son menores y se obtiene un mayor rendimiento de producción.

Figura 10 Cálculo de rendimiento de producción para evaluación de costo

CALCULO DE RENDIMIENTO DE PRODUCCIÓN		
Trimestre		
Ubicación	Continente	Continente
Zonificación	Taura	Taura
Tipo de Siembra	Transferencia	Transferencia
Método Alimentación		
Dosis de alimentación/día		
Piscina	AB	AB+Hidrolizado
Area (Ha)	1	1
Variables de producción		
Densidad de siembra (por m2)	23	23
Peso Siembra/Transferencia	0,28	0,28
Días de cultivo	105	90
Días de precría/Secado	15	15
Días Totales	120	105
Peso Raleo (g)	15,00	15,00
Peso Raleo 2 (g)	22,00	22,00
Peso Cosecha (g)	30	30
Crecimiento semanal (g)	1,98	2,31
Biomasa Raleo (lb)	1.155	1.155
Biomasa Raleo 2 (lb)	1.155	1.155
Biomasa Cosecha (lb)	7325	8585
Biomasa Total (lb)	9.635	10.895
Biomasa Total (lb/Ha)	9.635	10.895
% Supervivencia	63,36%	71,64%
IEP (Indice Eficiencia Productiva)	0,807	1,204

Costos de producción		
Alimento Total (kg)	6800	6800
FCA	1,56	1,38
Precio ponderado alimento (\$ por Kg)	1,25	1,25
Costo Total del alimento (\$)	8.500	8.500
Costo Alimento/ha/día	71	81
Costo Fijo /ha/día	25,00	25,00
Costo Fijo Total	3.000	2.625
Costo aditivo	0	544
Costo larva	920	920
Costo Total de Producción	12.420	12.589
Costo Total de Producción/Ha	12.420	12.589
Costo/libra de Camarón	1,29	1,16
Ingresos por ventas		
Precio de camarón raleo (g)	0,90	0,90
Precio de camarón raleo 2 (g)	1,32	1,32
Precio de camarón final (g)	1,80	1,80
Ingreso Total (\$)	15.749	18.017
Ingreso Total/Ha (\$)	15.749	18.017
Rendimiento de producción		
Rendimiento de producción por piscina (\$)	3.329	5.428
Rendimiento de producción/Ha (\$)	3.329	5.428
Rendimiento de producción/Ha/día (\$)	31,71	60,31
Margen Utilidad	26,80%	43,12%

Fuente: autores

8 DISCUSIÓN

Los rangos de temperatura obtenidos en el estudio fueron de 27.2 a 29.6 °C. En el estudio realizado por Hernández (2016), los camarones crecen a temperaturas entre 25 – 32°C, rangos desfavorables afectan el crecimiento de los mismos. El oxígeno disuelto estuvo en horas de la mañana en un promedio de 3.59 mg/L y en horas de la tarde en un promedio de 9.99 mg/L. Según Aldana & Palacios (2021), los rangos óptimos de oxígeno disuelto son de 4 a 7 mg/L.

A medida el oxígeno disuelto aumenta de 1,1 ppm a 4,6 ppm se logra un incremento de la supervivencia (Hukom *et al.*, 2019). También, existe una reducción del FCA de 2,64 a 1,96, en comparación con los niveles de oxígeno por debajo de los óptimos (Hernández, 2016).

Al finalizar el estudio experimental los camarones alimentados con el tratamiento del balanceado comercial más hidrolizado presentaron un peso final promedio de 20,76g una supervivencia de 71,6% y un FCA de 3,35 por el contrario los camarones alimentados únicamente con el balanceado comercial obtuvieron un peso promedio final de 19,68g una supervivencia de 63,3 y un FCA de 4,79. Estos resultados conseguidos en este estudio reflejan que los hidrolizados son beneficios en las producciones acuícolas. Dichos resultados se relacionan de cierta manera con el trabajo experimental en laboratorio realizado por Carranza *et al.*, (2018), con la diferencia que ellos obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos, evaluando el efecto de dos tipos de hidrolizados en el alimento balanceado sobre el rendimiento productivo del camarón, un hidrolizado en base a tejidos de tilapia y otro en base a tejidos de corvina, teniendo como tratamiento control el pienso comercial. Al final del experimento los camarones alimentados con el tratamiento de hidrolizado de tilapia tuvieron un peso de 10,1 g una supervivencia de 71% y un FCA de 1,65, con el tratamiento de hidrolizado de corvina presentaron un peso de 9 g una supervivencia de 68% y un FCA de 2,11 en cambio, los camarones alimentados con el tratamiento control denotaron un peso de 8,15 g una supervivencia de 52% y un FCA de 2,80 Concluyendo que el tratamiento con hidrolizado de tilapia fue el mejor, seguido por el tratamiento de corvina y por último el tratamiento control.

Por otro lado, los hidrolizados pueden también usarse como un reemplazo parcial de la harina de pescado en los piensos formulados, en un estudio se sustituyó 3,5 y 8% de harina de pescado por hidrolizado de pescado y krill en el alimento para camarón, se logró evidenciar un peso promedio final de 3.9-4.4 g, una sobrevivencia mayor al 75%, un crecimiento de 2.5-2.6 y un factor de conversión (FCR) de 2.9-3.0. Por el contrario, el camarón alimentado con una dieta control (sin hidrolizados) presentaron un peso final de 3.0 g, un crecimiento de 1.9%, sobrevivencia de más de 75%, y FCR de 4.3. No se visualizó diferencias significativas entre las dietas que incluyeron hidrolizados de proteína (García, 2001). Los resultados del trabajo experimental antes mencionado se asemejan a los obtenidos en el presente estudio, demostrando que los hidrolizados si reflejan un aporte en el peso, supervivencia y FCA de los camarones.

En lo que refiere a costos de producción del presente estudio se pudo analizar que los gastos de producción resultan mayores en el tratamiento de balanceado más hidrolizado a diferencia del tratamiento control, sin embargo, los días de cultivo son menores y al final se obtiene un mayor rendimiento de producción. De acuerdo a Dávalos *et al.*, (2013), el uso de hidrolizados sería un buen sustituto de la harina de pescado, logrando reducir de manera significativa los costos del alimento para el camarón blanco *L. vannamei*

9 CONCLUSIONES

Considerando los resultados del presente estudio se concluye que en el incremento del peso significativamente no hubo diferencia entre los tratamientos ($p > 0.05$); sin embargo, numéricamente si existe una estrecha diferencia, por lo cual, los camarones alimentados con el tratamiento de balanceado comercial más hidrolizado tuvieron un peso final promedio fue de 20,76 g a diferencia de los camarones alimentados con el tratamiento control, su peso promedio fue de 19,68 g.

Por otro lado, en la supervivencia tampoco se demostró diferencia significativa alguna, debido que el p-valor obtenido fue mayor al alfa preestablecido (0.05); no obstante, la mejor supervivencia se presentó en el tratamiento del balanceado comercial más hidrolizado con un 71.64% por el contrario en el tratamiento control fue de 63.36%.

En el FCA los camarones que fueron alimentados con el balanceado más hidrolizado denotaron la mejor conversión alimenticia con 3,35 en comparación al grupo control que fue de 4,79.

En lo referente a costos de producción, existe un gasto mayor en el tratamiento que se adiciona hidrolizado a diferencia del tratamiento únicamente con el balanceado; sin embargo, los días de cultivo se reducen y se obtiene un mayor rendimiento productivo con el tratamiento con hidrolizado.

10 RECOMENDACIONES

En relación a los resultados obtenidos, se sugiere dar uso y estudios con nuevas dietas alimenticias para mejorar las áreas productivas en cautiverio:

Uso de hidrolizados en las fincas camaroneras, utilizando materias primas del medio, que podrían ser de origen animal o vegetal. Entre las dos fuentes de materias primas a utilizar, se recomiendan las de origen animal, debido a su alto valor nutricional.

Buscar diferentes alternativas para la obtención de hidrolizados con la finalidad de minimizar el impacto ambiental

El uso de estos hidrolizados ayudaría a reducir el tiempo de los ciclos de producción, además de generar un mayor ingreso económico a los camaroneros.

En el estanque donde se llevó a cabo el estudio experimental, se notó la presencia de organismos competidores, como los churos *Stenomelania sp.*, que podrían alterar la alimentación de los camarones y a su vez parámetros de la calidad del agua, principalmente el oxígeno; por esta razón, se recomienda realizar una adecuada asepsia de las unidades de cultivo, antes, durante y después de los ciclos de producción para evitar posibles pérdidas.

11 BIBLIOGRAFÍA

- Al, F., Martí-Quijal, F. J., Ferrer, E., Ruiz, M.-J., Berrada, H., Gavahian, M., . . . Fuente, B. (2020). Chapter One - Aquaculture and its by-products as a source of nutrients and bioactive compounds. En J. M. Lorenzo, & F. J. Barba, *Advances in Food and Nutrition Research* (págs. 1-33). Elsevier. doi:<https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2020.01.001>
- Aldana, S., & Palacios, S. (2021). Rendimiento del camarón (*Litopenaeus vannamei*) en etapa de engorde con alimento de dos gamas diferentes. (Tesis). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano., Honduras. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/9208e33c-c907-432e-92b5-f102f3b640ed/content>
- Almache, J. (2020). Determinación de los parámetros productivos del camarón *Litopenaeus vannamei* complementados con harina hidropónica de maíz en cultivos sostenibles (arroz-camarón) (Tesis de pregrado). Guayaquil, Ecuador: UG, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/49199/1/ALMACHE%20CEVALLOS%20JOSEPH-Tesis%20Camar%c3%b3n.pdf>
- Bae, J., Song, Y., Moniruzzaman, M., Hamidoghli, A., Lee, S., Je, H., . . . Bai, S. C. (2021). Evaluation of Dietary Soluble Extract Hydrolysates with or without Supplementation of Inosine Monophosphate Based on Growth, Hematology, Non-Specific Immune Responses and Disease Resistance in Juvenile Nile Tilapia *Oreochromis niloticus*. *Animals*, *11*(4), 1-12. doi:10.3390/ani11041107
- Boyd, C. E., Davis, R. P., González, A., Marcillo, F., Brian, S., & McNevin, A. A. (2021). Resource use in whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* farming in Ecuador. *Journal of the World Aquaculture Society*, *52*(4), 772-788. doi:<https://doi.org/10.1111/jwas.12818>
- Bravo, L. K., & Santos, G. E. (2019). *Evaluación de dos métodos de alimentación para engorde de camarón blanco (Litopenaeus vannamei) (Tesis de pregrado)*. Zamorano,

Honduras: Escuela Agrícola Panamericana. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/3ebc65b8-bd16-473f-84fe-d534fb589238/content>

Camargo, T. R., Mantoan, P., Ramos, P., Monserrat, J. M., Prentice, C., Fernandes, C. C., . . . Valenti, W. C. (2021). Bioactivity of the Protein Hydrolysates Obtained from the Most Abundant Crustacean Bycatch. *Marine Biotechnology*, 23(1), 881–891. doi:<https://doi.org/10.1007/s10126-021-10072-1>

Candolo, O., Antonio de Oliveira, X., & Conceição, K. (2020). Fish bioactive peptides: A systematic review focused on sting and skin. *Aquaculture*, 515(1), 1-21. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734598>

Carranza, E., Velásquez, R., & Rivas, A. (2018). Anàlisis de la proteina hidrolizada extraida del tejido de la curvina y tilapia en el alimento del camaròn. *Ciencia y Tecnologia*(22), 1-10. Obtenido de <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/189/1891191004/1891191004.pdf>

Cobo, R., & Pérez, L. (2018). Aspectos generales del cultivo y la genética del camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 35(1), 18-23. doi:<https://aquadocs.org/handle/1834/15129>

Dávalos, C., Pacheco, J., Cadena, M., & Rivera, N. (2013). Efecto de Actipal Shrimp SL8® en la sobrevivencia, crecimiento y conversiòn alimenticia del camaròn blanco *Litopenaeus vannamei*. *Ciencia, Tecnologia e innovaciòn*(139), 1. Obtenido de <https://pcti.mx/wp-content/uploads/2020/12/PCTI-139-Efecto-de-Actipal-Shrimp-en-el-cultivo-de-camaron.pdf>

De Silva, M. L., Ranjula, M. A., Thanuja, M., Katuwawala, D. M., & Sumanapala, A. P. (2021). Review on impacts of *Litopenaeus vannamei* on aquaculture. *Wildlanka*, 9(1), 149 - 170. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/353760282_REVIEW_ON_IMPACTS_OF_LITOPENAEUS_VANNAMEI_ON_AQUACULTURE

- Fadilah, A., Yustiati, A., & Yuli, A. (2021). Review of Shrimp (*Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)) Farming in Indonesia: Management Operating and Development. *World Scientific News*, 158(1), 148-159. Obtenido de <https://bibliotekanauki.pl/articles/1193476>
- García, F. (2001). Predicción de la Digestibilidad de Proteína en el Camarón y Uso de Ingredientes Proteicos de Segunda Generación en Alimentos para Acuicultura. En R. Civera, C. Perez, D. Ricque, & L. Cruz, *Avances en Nutrición Acuicola IV*. (págs. 440-451). La Paz: Memorias del Cuarto Simposium Internacional de Nutrición Acuicola. Obtenido de <https://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/310>
- Gaviria-Acosta, E. (2017). *Obtención de péptidos activos a partir de la hidrólisis enzimática de vísceras de trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss) (Tesis de posgrado)*. Popayán, Colombia: UNICAUCA, Facultad de Ciencias Naturales y de la Educación. Obtenido de <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/2453/Obtenci%C3%B3n%20de%20p%C3%A9ptidos%20activos%20a%20partir%20de%20la%20hidr%C3%B3lisis%20enzim%C3%A1tica%20de%20v%C3%ADsceras%20de%20trucha%20arco%C3%ADris.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gisbert, E., Fournier, V., Solovyev, M., Skalli, A., & Blyth, K. (2018). Diets containing shrimp protein hydrolysates provided protection to European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) affected by a *Vibrio pelagius* natural infection outbreak. *Aquaculture*, 495(1), 136-143. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.04.051>
- Gómez-Estaca, J., Alemán, A., López-Caballero, E. M., Chrystina Baccan, G., Montero, P., & Gómez-Guillén, C. M. (2019). Bioaccessibility and antimicrobial properties of a shrimp demineralization extract blended with chitosan as wrapping material in ready-to-eat raw salmon. *Food Chemistry*, 276(1), 342-349. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.10.031>
- Hernández, J. (2016). Caracterización de la calidad de agua en un sistema intensivo de cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, en condiciones de alta salinidad con

- recambio de agua limitado. (Tesis). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La paz, Baja California Sur. Obtenido de https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/42/1/hernandez_j.pdf
- Hleap, J. I., & Gutiérrez, C. A. (2017). Hidrolizados de pescado – producción, beneficios y nuevos avances en la industria. -Una revisión. *Agroindustria y Ciencia de los Alimentos*, 66(3), 311-322. doi:<https://doi.org/10.15446/acag.v66n3.52595>
- Hu, Z., Li, R., Xia, X., Yu, C., Fan, X., & Zhao, Y. (2020). A method overview in smart aquaculture. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(493), 1-25. doi:<https://doi.org/10.1007/s10661-020-08409-9>
- Hukom, V., Nielsen, R., Asmild, M., & Nielsen, M. (2019). Do Aquaculture Farmers Have an Incentive to Maintain Good Water Quality? The Case of Small-Scale Shrimp Farming in Indonesia. *Aquaculture*, 176(1), 1-9. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106717>
- Leyva, N., & Hernández, C. (2019). Compuestos bioactivos al servicio de la acuicultura. *Ciencia*, 70(4), 81-86. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/340902751_Compuestos_bioactivos_al_servicio_de_la_acuicultura Bioactive_compounds_at_the_service_of_aquaculture
- Lia, E., Xu, C., Wang, X., Wang, S., Zhao, Q., Zhang, M., . . . Chen, L. (2018). Gut Microbiota and its Modulation for Healthy Farming of Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 26(3), 1-19. doi:<https://doi.org/10.1080/23308249.2018.1440530>
- López, J., & Ruíz, W. (2015). *Manual de construcción y manejo de jaulas flotantes para la maricultura del Ecuador*. Guayaquil, Ecuador: Instituto Nacional de Pesca. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/282979544_Manual_de_construccion_y_manejo_de_jaulas_flotantes_para_la_maricultura_del_Ecuador?channel=doi&linkId=5625392a08aed3d3f1370ec8&showFulltext=true

- Lopez, M., Lorenzo, J., Cantalapiedra, J., Zapata, C., Franco, J., & Franco, D. (2020). Chapter Five - Aquaculture and by-products: Challenges and opportunities in the use of alternative protein sources and bioactive compounds. *Advances in Food and Nutrition*, 92, 127-185. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1043452619300798#!>
- López-Pedrouso, M., Lorenzo, J. M., Cantalapiedra, J., Zapata, C., Franco, J. M., & Franco, D. (2020). Chapter Five - Aquaculture and by-products: Challenges and opportunities in the use of alternative protein sources and bioactive compounds. En J. M. Lorenzo, & F. J. Barba, *Advances in Food and Nutrition Research* (págs. 127-185). ELSEVIER. doi:<https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2019.11.001>
- Mejía, A. (2021). Eficiencia del uso de alimento paletizado en dietas para el cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. (Tesis). Universidad Tecnica de Machala, Machala. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/17517/1/ECUACA-2021-IAC-DE00016.pdf>
- Mendoza, N. E. (2016). Fundamento de los alimentos peletizados en la nutrición animal. *Revista Ciencias Naturales*, 2(4), 323-333. doi:<https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/257/307>
- Molina, C., & Espinoza, M. (2021). Evaluating hydrolysates as functional ingredients in pacific white shrimp feeds. *Global seafood*, 1-5. Obtenido de <https://www.globalseafood.org/advocate/evaluating-hydrolysates-as-functional-ingredients-in-pacific-white-shrimp-feeds/>
- Nikoo, M. (2021). Chapter 29 - Effective valorization of aquaculture by-products: bioactive peptides and their application in aquafeed. En R. Bhat, *Valorization of Agri-Food Wastes and By-Products. Recent Trends, Innovations and Sustainability Challenges* (págs. 579-590). Elsevier. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824044-1.00034-9>
- Palacios, A. B. (2022). *Evaluación del uso de alimento balanceado con un protector hepatopancreático a base de extractos herbales para el cultivo de camarón en la fase de precría (Tesis de pregrado)*. Guayaquil, Ecuador: UCSG, Facultad de Educación

Técnica para el Desarrollo. doi:<http://201.159.223.180/bitstream/3317/17946/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-184.pdf>

Ponce, X. P. (2015). *Estudio del potencial bioactivo de las vísceras de abulón utilizando un modelo de digestión gastrointestinal in vitro (Tesis de posgrado)*. La Paz, Baja California Sur: CIBNOR, Programa de Estudios de Posgrado. Obtenido de https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/130/1/ponce_x.pdf.pdf

Quinto, B. P., Albuquerque, J. V., Bezerra, R. S., Peixoto, S., & Soares, R. (2018). Replacement of fishmeal by two types of fish protein hydrolysate in feed for postlarval shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*, 24(2), 768-776. doi:<https://doi.org/10.1111/anu.12605>

Radulovich, R. (2010). Cultivo de Camarón en Jaulas Flotantes en el Pacífico de Costa Rica. *Industria Acuicola*, 6(6), 32-37. Obtenido de <https://issuu.com/industriaacuicola/docs/industria-acuicola-vol.-6.6/34>

Reyes, A. J. (2021). *Principales agentes infecciosos asociados al cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei* reportados en Ecuador durante el periodo 2010-2021 (Tesis de pregrado)*. La Libertad, Ecuador: UPSE, Facultad de Ciencia del Mar. doi:<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6640/1/UPSE-TBI-2021-0016.pdf>

Rivas, D. L. (2014). *Producción de alimentos balanceados en una planta procesadora en el canton Cevallos*. Cevallos, Ecuador: Repositorio EPN. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8927>

Siddik, M. A., Howieson, J., Fotedar, R., & Partridge, G. J. (2021). Enzymatic fish protein hydrolysates in finfish aquaculture: a review. *Reviews in Aquaculture*, 13(1), 406-430. doi:<https://doi.org/10.1111/raq.12481>

Sierra, L. M., Sepúlveda, C. T., Vázquez, P., Figueroa, O. A., & Zapata, J. E. (2018). Subproductos de procesos acuícolas: desarrollar y usos prospectivos revisión. *Vitae*, 25(3), 128-140. doi:<https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v25n3a03>

- Sotomayor, L. (2022). *Desarrollo de balanceado para pollos (Gallus gallus domesticus) en fase de finalización a base de exoesqueleto de camarón (Litopenaeus vannamei) (Tesis de pregrado)*. Guayaqui, Ecuador: UAGRARIA, Facultad de Ciencia Agrarias. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SOTOMAYOR%20BURGOS%20LINDA%20LEINY.pdf>
- Valle, C. A. (2020). *Evaluación de dos concentraciones de salinidad para la producción del camarón blanco (Litopenaeus vannamei) en piscinas de agua dulce, cantón Arenillas, provincia de El Oro (Tesis de pregrado)*. Guayaquil, Ecuador : UCSG, Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/15500/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-173.pdf>
- Vázquez, J. A., Rodríguez-Amado, I., Sotelo, C. G., Sanz, N., Pérez-Martín, R. I., & Valcárcel, J. (2020). Production, Characterization, and Bioactivity of Fish Protein Hydrolysates from Aquaculture Turbot (*Scophthalmus maximus*) Wastes. *Biomolecules*, *10*(2), 1-13. doi:<https://doi.org/10.3390/biom10020310>
- Viscaíno-Córdova, E. Y., & Vega-Granda , A. D. (2019). Viabilidad económica del cultivo hiperintensivo de camarón (*Litopenaeus vannamei*) en agua dulce con sistema biofloc, sector Guabillo, cantón Arenillas. *Polo del conocimiento*, *4*(8), 147-164. doi:10.23857/casedelpo.2019.4.8.147-164
- Yang, F.-j., Chen, X., Huang, M.-c., Yang, Q., Cai, X.-x., Chen, X., . . . Wang, S.-y. (2021). Molecular characteristics and structure–activity relationships of food-derived bioactive peptides. *Journal of Integrative Agriculture*, *20*, 2313-2332. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095311920634633>

12 ANEXOS

Anexo A Pesaje de camarones para la siembra



Anexo B Alimento balanceado y alimento balanceado más hidrolizado



Anexo C Colocación del alimento en los comederos



Anexo D Observación de heces y mudas



Anexo E Desmontaje de jaulas



Anexo F Conteo de organismos vivos y muertos



Anexo G Medición de turbidez con el disco secchi



Anexo H Medición de pH con tiras de colorimetría



Anexo I Medición de amonio con kit



Anexo J Medición de nitrito con Kit



Anexo K Medición de Oxígeno y temperatura con oxigenometro digital YSI Pro 20

