

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD CIENCIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**Efecto de la quitina cruda sobre la estabilidad del alimento preparado  
y la digestibilidad aparente de materia seca, proteína y quitina en  
adultos de *Cryphiops (Cryphiops) caementarius***

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
BÍOLOGO ACUICULTOR**

**Autores**

**Bach. Muñoz Reyes, Diana Marilyn**

**Bach. Sagastegui García, Madelin Mayte**

**Asesor**

**Dr. Reyes Avalos, Walter Eduardo**

**ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4277-9521>**

Nuevo Chimbote – Perú

2023

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD CIENCIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**Efecto de la quitina cruda sobre la estabilidad del alimento preparado  
y la digestibilidad aparente de materia seca, proteína y quitina en  
adultos de *Cryphiops (Cryphiops) caementarius***

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
BÍOLOGO ACUICULTOR**

**Autores**

**Bach. Diana Marilyn, Muñoz Reyes  
Bach. Sagastegui García, Madelin Mayte**

**REVISADO Y APROBADO POR EL ASESOR**

---

**Dr. Reyes Ayalos, Walter Eduardo**  
**DNI: 17878579**  
**ORCID: 0000-0002-4277-9521**

Nuevo Chimbote – Perú

2023

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD CIENCIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

Efecto de la quitina cruda sobre la estabilidad del alimento preparado y la digestibilidad aparente de materia seca, proteína y quitina en adultos de

*Cryphiops (Cryphiops) caementarius*

**Sustentado por**

**Bach. Muñoz Reyes, Diana Marilyn**

**Bach. Sagastegui García, Madelin Mayte**

**Jurado evaluador**

**Dr. Saldaña Rojas, Guillermo Belisario**  
DNI: 18114311  
ORCID: 0000-0003-4877-1165  
Presidente

**Ms. Velásquez Guarniz, Mirian Noemí**  
DNI: 32948162  
ORCID: 0000-0002-1789-9740  
Secretaria

**Dr. Reyes Ayalos, Walter Eduardo**  
DNI: 17878579  
ORCID: 0000-0002-4277-9521  
Vocal

**ACTA DE LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES POSTERIOR A LA  
SUSTENTACIÓN DE LA TESIS Y CERTIFICACIÓN**

En el Distrito de Nuevo Chimbote, en la Universidad Nacional de Santa, en el Laboratorio de Nutrición en Acuicultura....., dando cumplimiento a la Resolución N° 249.-2023.-UNS.-CFE, siendo las 12:30 horas del día 24 de agosto se reunió el Jurado Evaluador presidido por Guillermo Saldaña Rojas....., teniendo como miembros a Mirian Velásquez Guarniz..... (secretario) (a) y Walter Reyes Ayalos..... (integrante), para el levantamiento de observaciones posterior a la sustentación de tesis, presentada por (el), (la), (los) tesisistas Diana Marilyn Muñoz Reyes y Madelin Mayte Sagastegui García..... quien (es) expuso (ieron) el trabajo intitulado: "Efecto de la quitina cruda sobre la estabilidad del alimento preparado y la digestibilidad aparente de materia seca, proteína y quitina en adultos de *Cryphiops (Cryphiops) caementarius*....."

Terminada la revisión se observa que (el), (la), (los) tesisistas han cumplido con levantar las observaciones, por tanto se CERTIFICA LA APROBACIÓN DE LA TESIS EN MENCIÓN.

Siendo las 13:30..... horas del mismo día se dio por terminado el acto firmando los miembros del Jurado en señal de conformidad.

  
.....  
Nombre: Guillermo Saldaña Rojas  
Presidente

  
.....  
Nombre: Mirian Velásquez Guarniz  
Secretario

  
.....  
Nombre: Walter Reyes Ayalos  
Integrante

Distribución: Integrantes J.E (03), tesisistas( ) y archivo FC (02).



## ACTA DE CALIFICACIÓN DE LA SUTENTACIÓN DE LA TESIS

En el Distrito de Nuevo Chimbote, en la Universidad Nacional de Santa, en el laboratorio de Biología Acuática....., siendo las 11:30 horas del día 16 de agosto....., dando cumplimiento a la Resolución N° 249-2023-UNS-CFC se reunió el Jurado Evaluador presidido por Guillermo Saldaña Rojas....., teniendo como miembros a Mirian Velasquez Guarniz..... (secretario) (a), y Walter Reyes Avalos..... (integrante), para la sustentación de tesis a fin de optar el título de Biólogo Acuicultor..... realizado por el, (la), (los) tesista (as) Diana Marilyn Muñoz Reyes Madelin Mayte Sagastegui García....., quien (es) sustentó (aron) la tesis intitulada: "Efecto de la quitina cruda sobre la estabilidad del alimento preparado y la digestibilidad aparente de materia seca, proteínas y quitina en adultos de *Cryphiops (Cryphiops) caementarius*".....

Terminada la sustentación, el (la), (los) tesista (as)s respondió (ieron) a las preguntas formuladas por los miembros del jurado.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como Excelente..... asignándole un calificativo de 19..... puntos, según artículo 111° del Reglamento General de Grados y Títulos vigente (Resolución N° 580-2022-CU.-R-UNS)

Siendo las 12:40 horas del mismo día se dio por terminado el acto de sustentación firmando los miembros del Jurado en señal de conformidad

Nombre: Guillermo Saldaña Rojas  
Presidente

Nombre: Mirian Velasquez Guarniz  
Secretario

Nombre: Walter Reyes Avalos  
Integrante

Distribución: Integrantes J.E ( ), tesistas ( ) y archivo (02).





## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Diana Muñoz Reyes  
Título del ejercicio: Tesis  
Título de la entrega: Efecto de la quitina cruda sobre la estabilidad del alimento ...  
Nombre del archivo: Tesis\_Mu\_oz\_Y\_Sagastegui\_-\_Final.docx  
Tamaño del archivo: 6.68M  
Total páginas: 41  
Total de palabras: 8,879  
Total de caracteres: 50,027  
Fecha de entrega: 24-ago.-2023 04:14p. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entre... 2150734900



# Efecto de la quitina cruda sobre la estabilidad del alimento preparado y la digestibilidad aparente de materia seca, proteína y quitina en adultos de *Cryphiops (Cryphiops) caementarius*

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---



## FUENTES PRIMARIAS

---

**1** [www.jol343.com](http://www.jol343.com) 1%  
Fuente de Internet

---

**2** Kuo-Chin Huang, Jai-Wei Lee, Ya-Li Shiu, Rolissa Ballantyne, Chun-Hung Liu. "Micro-Aid Liquid 10 Promotes Growth Performance and Health Status of White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*", *Journal of Marine Science and Engineering*, 2022 1%  
Publicación

---

**3** Nhi H. Y. Nguyen, Lan T. Trinh, Da T. Chau, Kartik Baruah, Torbjörn Lundh, Anders Kiessling. " Spent brewer's yeast as a replacement for fishmeal in diets for giant freshwater prawn ( ), reared in either clear water or a biofloc environment ", *Aquaculture Nutrition*, 2019 1%  
Publicación

---

## DEDICATORIA

A Dios, testigo de mis logros. A mis padres, Mario y Gloria, con mucho amor, por inculcarme; perseverancia y esfuerzo, para no rendirme ante cualquier obstáculo. A mis hermanos, Elizabeth, Leonardo y Axel. Este trabajo de investigación, es dedicado a ustedes, porque son mi fuerza, motor y motivo, para seguir adelante.

Diana Muñoz

A Dios con mucho amor y gratitud. A Dominga Morales por enseñarme el amor más puro, a mis amados padres María y Henry, que me han dado todo lo que soy como persona. A mi hermana Rosa. A mi familia especialmente a mi tío Jesús Yorki que siempre estuvo conmigo, este trabajo se los dedico a ustedes.

Mayte Sagastegui

## **AGRADECIMIENTO**

Al Dr. Walter Reyes, por guiarnos, brindándonos su tiempo de enseñanzas, consejos y recomendaciones, para lograr de ese modo culminar esta investigación.

A nuestros profesores Carlos Azañero y Gladis Melgarejo, les agradecemos por sus enseñanzas y orientaciones para realizar nuestro trabajo de investigación.

A nuestros amigos Brian, Franco, Víctor, Cristian y Piero, gracias por su amistad, horas académicas compartidas y apoyo brindado en este proyecto.

A los técnicos de laboratorio, Marybel Astete y Oscar Chauca, por tener la disponibilidad y amabilidad al facilitarnos los materiales para realizar nuestro trabajo.

A los restaurantes turísticos “LA CASA DE LOS CAMARONES” y “EL CAMARONERO”, por brindarnos subproductos de camarones, para ser posible las dietas para nuestro proyecto, a su vez agradecemos a los señores Giovanni Cruz y Miguel Villanueva, por brindarnos los organismos en estudio (camarones).

Así mismo, nuestro reconocimiento a nuestra alma mater, la Universidad Nacional del Santa y en especial a la Escuela Académico Profesional de Biología en Acuicultura, por brindarnos docentes de calidad, quienes nos formaron e inculcaron valores para ser buenos profesionales.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCIÓN	3
Problema de investigación	4
Hipótesis de investigación	4
Objetivo general	4
Objetivos específicos	5
II. MARCO TEÓRICO	6
III. MATERIALES Y MÉTODOS	8
Obtención de quitina	8
Dieta basal	8
Dieta experimental	10
Procedencia de los camarones	10
El sistema de cultivo	11
Alimentación	12
Colección de heces de camarón	12
Análisis químico	12
Estabilidad del alimento preparado	10
Digestibilidad aparente	13
Calidad del agua	13
Análisis estadístico	13
IV. RESULTADOS	14
Estabilidad del alimento	14
Comportamiento alimentario	14
Producción de heces del camarón	14
Composición química de las heces de camarones	15
Digestibilidad aparente	15
Calidad del agua	15
V. DISCUSIÓN	16
VI. CONCLUSIONES	19
VII. RECOMENDACIONES	20
ANEXOS	29

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición proximal de la harina de quitina cruda.	8
Tabla 2. Composición de la dieta basal.	9
Tabla 3. Composición proximal de dietas con y sin quitina cruda.	9
Tabla 4. Estabilidad del alimento por los métodos de agitación horizontal y en agua estática de las dieta basal y dieta con quitina cruda.	13
Tabla 5. Composición químico proximal de heces de <i>C. (C.) caementarius</i> alimentados con la dieta basal y con la dieta con quitina cruda	15
Tabla 6. Coeficiente de digestibilidad aparente (CDA) para materia seca, proteína cruda y quitina de dieta basal y dieta con quitina cruda en <i>C. (C.) caementarius</i> .	14

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. A) Sistema de mantenimiento individual de camarones. B) Sistema de colección de heces del camarón *C. (C.) caementarius*.

12

## ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1. Elaboración de quitina cruda.	29
Anexo 2. Resultados de Estabilidad del Alimento preparado.	29
Anexo 3. Recolección y procesamiento de heces.	30
Anexo 4. Resultados del análisis de digestibilidad de óxido crómico y proteínas en heces de <i>C.</i> <i>(C.) caementarius.</i>	30

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar el efecto de la quitina cruda sobre la estabilidad del alimento preparado y la digestibilidad aparente de materia seca, proteína y quitina en adultos de *Cryphiops (Cryphiops) caementarius*. Se emplearon 36 camarones machos colectados del río Pativilca (Lima- Perú). La harina de quitina se elaboró a partir de exoesqueletos de camarón (cabezas y quelas). La dieta basal (sin quitina) y la dieta experimental suplementada con 20% de quitina cruda, y en ambos casos se empleó 1% de óxido crómico como marcador para los análisis de digestibilidad. Las dietas fueron peletizadas con prensa manual. El cultivo se realizó en recipientes individualizados instalados en seis acuarios a la densidad de seis organismos por acuario. Las heces de los camarones fueron colectadas dos veces al día durante 45 días. La estabilidad del alimento se determinó con el método de agitación horizontal y el método de agua estática. La dieta con 20% de quitina cruda presentó mayor porcentaje de proteína (34,60%) en comparación de la dieta basal (29,20%). La suplementación de la dieta con quitina cruda no altera ( $p > 0,05$ ) la estabilidad de la dieta. El coeficiente de digestibilidad aparente (CDA) fue superior ( $p < 0,05$ ) en la dieta con quitina cruda, tanto para materia seca (75,43%) y proteína (98,26%), con excepción del CDA de quitina (77,77%) que fue menor, en comparación de la dieta basal. Estos resultados demuestran que la digestibilidad de la dieta para *C. (C.) caementarius* puede ser mejorada con la incorporación de quitina cruda.

**Palabras clave:** dieta peletizada, camarón de agua dulce, exoesqueletos, desechos de camarón

## ABSTRACT

The objective of the research was to determine the effect of crude chitin on the stability of the prepared feed and the apparent digestibility of dry matter, protein and chitin in adult *Cryphiops (Cryphiops) caementarius*. Thirty-six male shrimp collected from the Pativilca River (Lima, Peru) were used. Chitin meal was prepared from shrimp exoskeletons (heads and chelae). The basal diet (without chitin) and the experimental diet supplemented with 20% crude chitin, and in both cases 1% chromic oxide was used as a marker for digestibility analyses. The diets were pelleted with a manual press. The culture was carried out in individualized containers set up in six aquaria at a density of six organisms per aquarium. Shrimp feces were collected twice daily for 45 days. Feed stability was determined by the horizontal shaking method and the static water method. The diet with 20% crude chitin had a higher protein percentage (34.60%) compared to the basal diet (29.20%). Supplementation of the diet with crude chitin did not alter ( $p > 0.05$ ) the stability of the diet. The apparent digestibility coefficient (ADC) was higher ( $p < 0.05$ ) in the diet with crude chitin, both for dry matter (75.43%) and protein (98.26%), with the exception of the ADC of chitin (77.77%) which was lower, compared to the basal diet. These results demonstrate that diet digestibility for *C. (C.) caementarius* can be improved with the incorporation of crude chitin.

**Keywords:** pelleted diet, freshwater prawn, exoskeletons, prawn waste

## I. INTRODUCCIÓN

Los residuos de crustáceos (cabezas, colas, exoesqueletos completos de crustáceos), son un problema para el medio ambiente, pero a su vez representan una alternativa económica para su uso en dietas (Rodríguez et al., 2020), debido a que poseen macro y micronutrientes esenciales, así como minerales, como carbonato de calcio y fósforo, entre otros (Núñez-Gómez et al., 2020; Fricke et al., 2022). En el 2022, se extrajeron del mar peruano 47511 t de crustáceos orientados al consumo interno (PRODUCE, 2023), de los cuales el 75% del peso total corresponde a desechos (Salas et al., 2017) que comprende cabezas, colas y exoesqueletos, que se emplean como ingrediente en dietas (Nirmal et al., 2020).

La quitina es el biopolímero de  $\beta$ -1,4-N-acetil glucosamina, el segundo más abundante en el ecosistema después de la celulosa y está presente en los exoesqueletos de camarones, cangrejos y langostas (Nirmal et al., 2020). La quitina posee propiedades antimicrobianas y biológicas (adsorción, biodegradabilidad y antioxidante) y tiene aplicaciones en las industrias agrícola y alimentaria (Yadav et al., 2019).

La quitina cruda se obtiene mediante pulverización de los exoesqueletos de camarón, la cual posee alto contenido proteico (29,50%), calcio (73,50%), pero bajo contenido de grasa (0,79%), entre otros (Barros et al., 2015). Los componentes nutricionales de la quitina cruda podrían alterar las propiedades físicas de la dieta, pues se conoce que los pellets menos estables lixivian los nutrientes rápidamente, contaminan el agua y provocan bajo crecimiento y supervivencia de los animales en cultivo (Martínez-Delgado, 2020).

La digestibilidad de una dieta tiene que ser alta y de esta manera lograr una baja tasa de conversión alimenticia (Fricke et al., 2022). Se considera que, a mayor digestibilidad, mayor será el valor nutricional de la dieta (Rojo-Arreola et al., 2019).

Los crustáceos, son organismos omnívoros que comen todo tipo de alimento como algas, vegetales en descomposición y pequeños insectos (Sarman et al, 2018) y al realizar el proceso de muda, consumen su propio exoesqueleto y de ese modo ingieren quitina para reponer la que se pierde durante la ecdisis (Allman et al., 2017; Hinchcliffe et al., 2020).

El camarón, *Cryphiops (Cryphiops) caementarius* Molina1782, es omnívoro y se alimenta de insectos acuáticos y de restos de crustáceos (Viacava et al., 1976), por lo que ingieren quitina. Así mismo, esta especie tiene importancia económica y comercial (Pinazo

et al., 2021) y se distribuye en los ríos de la costa del Perú y Chile (Moscoso, 2012). En Perú, la extracción al 2019 fue de 1124 t (PRODUCE, 2020), siendo los ríos de Arequipa donde hay alta densidad poblacional (Wasiw & Yépez, 2015). De esta producción y según Salas et al. (2017), se calcula que la generación de desechos de esta especie de camarón sería de 843 t/año.

El uso de quitina cruda suplementada en las dietas para *C. (C.) caementarius*, no ha sido estudiada, pero es probable que las dietas posean una alta digestibilidad, debido a los componentes nutricionales de la quitina cruda. Sin embargo, en otras especies de crustáceos se han realizado investigaciones sobre digestibilidad de dietas con harina de camarones, harina de cabezas de camarón, de gambas y cangrejos y también de harina de insectos (Shin et al, 2021 y Fricke et al, 2022).

Por lo tanto, la elaboración de una dieta para camarón debe estar dirigido a obtener un alimento con buena estabilidad en el agua. En concordancia, la ingesta de alimentos y el crecimiento dependen de la estabilidad del agua, la palatabilidad y la composición de nutrientes de la dieta (Tacon, 2013). Puesto que, no existen estudios sobre lixiviación de nutrientes de las heces de camarón ni digestibilidad de dietas con quitina cruda, se diseñó el presente estudio.

### **Problema de investigación**

¿Cuál es el efecto de la quitina cruda sobre la estabilidad del alimento preparado y la digestibilidad aparente de materia seca, proteína y quitina en adultos de *C. (C.) caementarius*?

### **Hipótesis de investigación**

La dieta suplementada con quitina cruda disminuye la estabilidad del alimento preparado, pero ocasiona mayor digestibilidad aparente de materia seca, proteína y quitina en adultos de *C. (C.) caementarius*.

### **Objetivo general**

- Determinar el efecto de la quitina cruda sobre la estabilidad del alimento preparado y digestibilidad aparente de materia seca, proteína y quitina en adultos de *C. (C.) caementarius*

### **Objetivos específicos**

- Determinar la estabilidad del alimento preparado con quitina cruda en adultos de *C. (C.) caementarius*.
- Cuantificar la digestibilidad aparente de materia seca de la dieta suplementada con quitina cruda en adultos de *C. (C.) caementarius*.
- Cuantificar la digestibilidad aparente de proteína de la dieta suplementada con quitina cruda en adultos de *C. (C.) caementarius*.
- Cuantificar la digestibilidad aparente de quitina de la dieta suplementada con quitina cruda en adultos de *C. (C.) caementarius*.

## II. MARCO TEÓRICO

Los desechos de crustáceos representan aproximadamente el 75% del peso total, de los cuales la quitina comprende de 20 a 50% del peso total seco (Salas et al., 2017). Los desechos del procesamiento de camarones (cabezas, colas, exoesqueletos completos de crustáceos) son abundantes, de bajo costo, y se emplean como ingrediente potencial y sostenible en la producción de dietas, porque son económicamente rentables, viables y reducen el impacto ecológico (Cadeza-Espinosa et al., 2017).

El sector industrial del procesamiento de crustáceos y los restaurantes, generan gran cantidad de desechos sólidos (restos de crustáceos de camarones o jaibas), los cuales contribuyen a serios problemas de contaminación ambiental, no obstante, estos desechos servirán como materia prima para obtención de quitina del propio caparazón o exoesqueleto de estos, que permitirán disminuir riesgos de contaminación (Barros et al., 2015; Zargar et al., 2015; Salas, et al., 2017).

Los desechos de crustáceos poseen proteínas, carotenoides, quitina, lípidos, entre otros nutrientes (Nirmal et al., 2020; Fricke et al., 2022), cuyas cantidades varían según la especie, la parte del exoesqueleto, el estado nutricional y el ciclo reproductivo del animal (Salas et al., 2017). Los desechos (cabeza, colas y caparazón) de *Farfantepenaeus paulensis* poseen 49% de proteínas en peso seco (Sánchez-Camargo et al., 2011). Mientras que, *L. vannamei* posee 34,8% de proteína (Villarreal-Carvazo et al., 2017) y la harina de exoesqueleto de camarón *Penaeus* sp. contiene 49,72% de proteínas (Mendoza et al., 2022).

Por otro lado, la estabilidad de los pellets es un parámetro de calidad importante en la elaboración de dietas para acuicultura, además depende de las propiedades físicas del pellet, condiciones ambientales, frecuencia de alimentación y tamaño de los organismos que se alimentan (Meyers & Zein-Eldin, 1972; Mirabent et al., 2019).

La alta estabilidad de los pellets en agua es necesario para animales de alimentación lenta, puesto que, los pellets deben mantener la integridad física con mínima descomposición y lixiviación de nutrientes, al sumergirse en el agua durante horas con la mínima pérdida de nutrientes, hasta ser consumidos (Hoyos et al., 2017; Martinez-Delgado, 2020).

El rendimiento nutricional de un alimento para camarones depende del contenido en nutrientes, de las propiedades físicas y de la estabilidad en el agua (Tacon, 2013). Además, la digestibilidad de una dieta depende de los ingredientes, para obtener bajas tasa de conversión alimenticia y mayor producción (Fricke et al., 2022). El coeficiente de digestibilidad aparente (CDA), es un método para determinar la cantidad nutrientes óptimos y biodisponibles para el animal (Rojo-Arreola et al., 2019; Fricke et al., 2022).

La quitina es un componente de los residuos de crustáceos, que se emplea como alimento para crustáceos debido a su alto contenido proteico (> 29%) y alta digestión (Barros et al., 2015; Allman et al., 2017). La cantidad de quitina en los exoesqueletos y caparazones varía entre 14% a 75%, según las especies de crustáceos (Zou et al., 2021). Los crustáceos consumen su propio exoesqueleto después de la ecdisis para recuperar la quitina que se pierde durante el proceso de muda (Rahinmjejad et al, 2019). Este comportamiento alimenticio es indicador de que poseen enzimas que digieren a la quitina. Una posible vía de degradación de la quitina involucra a la quitina desacetilada (quitosano), que se degradan en glucosamina por la glucosaminidasa, cuyos genes de las enzimas pertenecen a familias multigénicas (Zhang et al., 2021). De esta manera proporcionan materias primas para la síntesis del exoesqueleto del camarón (Rahinmjejad et al, 2019). La quitina es hidrosoluble, pero a su vez es aglutinante de la dieta, lo cual permite al pellet ser más estable y por ello tiene aceptación por parte del organismo (Paolucci et al. 2012).

El CDA es un indicador para estimar el grado de digestibilidad del alimento consumido por el camarón (Siccardi et al., 2006). Yang et al. (2009), consideran que la digestibilidad aumenta con mayor contenido de fibra y ceniza en el alimento. Nunes et al. (2016) reportaron que las dietas con harina de cabezas de camarón presentan un CDA de materia seca de 77,78%, mientras que con harina de insectos es de 77% al 81% (Shin & Lee, 2021) en *L. vannamei*. Por su parte, Shin et al. (2021) mencionan que *L. vannamei* alimentados con harina de insectos obtienen digestibilidad de 83% a 89%, y con harina de cabeza de camarón el CDA fue de 55,92% (Nunes et al., 2016). Sin embargo, en *Crangon crangon* alimentado con harina de camarón el CDA de proteína fue de 86% (Fricke et al., 2022).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### Obtención de quitina cruda

Los exoesqueletos de camarones (cefalotórax y quelípodos) se colectaron (5 kg) de los desechos que se generaron en los restaurantes turísticos del Centro Poblado Puente Bolívar (Pativilca - Perú). Los exoesqueletos, se lavaron varias veces con abundante agua para eliminar restos orgánicos y se transportaron en balde (20 L). En laboratorio fue secado a la luz del sol durante tres días, se molió y se tamizó (250  $\mu\text{m}$ ), y la harina de quitina fue almacenada en bolsas herméticas de plástico. La composición proximal de la harina de quitina cruda se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición proximal de la harina de quitina cruda.

Composición	%
Humedad	9,20 $\pm$ 0,80
Proteína cruda	33,70 $\pm$ 0,20
Grasa cruda	8,20 $\pm$ 0,50
Fibra cruda	2,60 $\pm$ 0,10
Ceniza	9,90 $\pm$ 0,10
Quitina	5,85 $\pm$ 0,64
Carbohidratos	45,60 $\pm$ 0,20
Carbohidratos/grasas	10,00 $\pm$ 0,50
Energía bruta (kcal/g)	4,60 $\pm$ 0,50

Los datos se expresan como media  $\pm$  desviación estándar. Los valores de energía bruta se calcularon de acuerdo con los factores de conversión sugeridos por Anh et al. (2009), de 5,56 para proteína, 9,54 para lípidos y 4,20 para carbohidratos.

#### Dieta basal

La dieta basal fue formulada por Reyes-Avalos (2016) con modificación en el nivel de sal común (Ramirez et al, 2018) y zeolita (Senmanche & Reyes, 2020). Las harinas, los aceites, el polvillo de arroz, la melaza y la sal común, fueron adquiridos del mercado La perla (Chimbote, Perú) y los demás insumos del comercio nacional. Los granos enteros (soya y maíz) y el ají paprika fueron triturados varias veces y luego tamizados. La harina de pescado, polvillo de arroz, harina de páprika, zeolita y óxido crómico también fueron

tamizados. La harina de soya fue tostada. Todos los insumos fueron pesados de acuerdo con la formulación (Tabla 2). Las harinas fueron mezcladas con ácido sórbico, complejo B y óxido crómico. Por otro lado, en un matraz Erlenmeyer el aceite de pescado, el aceite de soya, el aceite de maíz, la lecitina de soya y el BHT, fueron disueltos a baño maría (70 °C). Además, la sal y melaza fueron diluidos en un vaso precipitado donde se añadió agua (40 °C). Los aceites, sal y melaza se mezclaron de manera homogénea con las harinas hasta conseguir una textura adecuada para peletizar. Se utilizó 1% de óxido crómico (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) como marcador inerte (Terrazas et al., 2010). Luego, con una peletizadora manual se procedió a obtener los pellets (3 mm de diámetro), los cuales fueron secados en estufa (60 °C por 24 h), cortados (3 mm de longitud), envasados en bolsas herméticas y almacenados a temperatura ambiente hasta su uso.

Tabla 2. Composición de la dieta basal.

Insumos	%
Harina de pescado	30,00
Harina de soya	21,00
Harina de maíz	15,45
Harina de páprika	0,25
Aceite de pescado	2,00
Aceite de soya	0,50
Aceite de maíz	0,50
Lecitina de soya <sup>1</sup>	1,00
Polvillo de arroz	20,00
Melaza	2,70
Zeolita	3,00
��xido crómico	1,00
Sal común	2,00
Complexvit <sup>2</sup>	0,30
BHT <sup>3</sup>	0,10
��cido sórbico	0,20

1. Purified soy lecithin (1200 mg soft capsules with phosphatides  $\geq$  250 mg).

2. Each 100 g contains: Vitamin B1 (Thiamine) 500 mg, Vitamin B2 (Riboflavin) 1200 mg, Vitamin B6 (Pyridoxine) 900 mg, Vitamin B12 (Cyanocobalamin) 1000  $\mu$ g, Biotin 2 mg, Nicotinamide 2000 mg, Calcium pantothenate 1000 mg, Sodium chloride 20000 mg, Potassium chloride 8000 mg, Magnesium sulfate 1200 mg.

3. Butylated Hydroxytoluene

## Dieta experimental

La dieta experimental fue elaborada a partir de la dieta basal (control), cuya suplementación se realizó según lo empleado por De los Santos-Romero et al (2017). Los pellets de la dieta basal fueron triturados en mortero, suplementados con 20% de quitina cruda (Tabla 3) y mezclada durante 30 min. Luego, se utilizó una peletizadora manual para obtener filamentos (3 mm de diámetro), los cuales fueron secados a temperatura ambiente, cortados (3 mm de longitud), envasados en bolsas herméticas y almacenados a temperatura ambiente hasta su uso. La composición proximal de la dieta basal y la dieta con quitina cruda se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Composición proximal de la dieta basal y dieta con quitina cruda.

	Dieta basal (control)	Dieta con quitina cruda
<i>Suplementación de dietas (g)</i>		
Harina de dieta basal	1000,00	800,00
Harina de quitina cruda	0,00	200,00
<i>Composición proximal (%)</i>		
Humedad	10,58 ± 2,32 <sup>a</sup>	8,92 ± 0,62 <sup>a</sup>
Proteína cruda	29,55 ± 0,34 <sup>a</sup>	34,25 ± 0,15 <sup>b</sup>
Grasa cruda	5,37 ± 0,34 <sup>a</sup>	8,09 ± 0,24 <sup>b</sup>
Fibra cruda	1,79 ± 0,12 <sup>a</sup>	2,31 ± 0,10 <sup>b</sup>
Ceniza	8,38 ± 0,11 <sup>a</sup>	8,66 ± 0,12 <sup>a</sup>
Carbohidratos	54,98 ± 0,32 <sup>d</sup>	45,94 ± 0,20 <sup>c</sup>
Quitina	7,40 ± 0,14 <sup>a</sup>	10,50 ± 0,28 <sup>c</sup>
Carbohidratos/grasas	10,05 ± 0,90 <sup>b</sup>	5,67 ± 0,25 <sup>a</sup>
Energía Bruta (kcal/g) *	4,46 ± 0,03 <sup>a</sup>	4,61 ± 0,05 <sup>b</sup>

Los datos se expresan como la desviación estándar media. Los datos con diferentes letras en superíndice en la misma fila indican una diferencia significativa ( $p < 0,05$ ). \*Los valores de energía bruta se calcularon de acuerdo con los factores de conversión sugeridos por Anh et al. (2009) de 5,56 para proteínas; 9,54 para lípidos y 4,20 para carbohidratos

## Estabilidad del alimento preparado

*Método de agitación horizontal:* En un matraz de Erlenmeyer forrado con papel aluminio en la parte superior, se colocaron los pellets (2 g) y se añadió 100 mL de agua destilada. El matraz se colocó en un agitador magnético (100 rpm) durante 1 h. Luego, se

filtró con papel filtro y el sólido recuperado fue pesado y secado en estufa a 105 °C por 24 h. Este proceso se realizó por duplicado. Los resultados fueron expresados en porcentaje (Obaldo et al., 2002).

*Método de agua estática:* En este método no se agitó la muestra. Los pellets (2 g) se dispusieron en un matraz, luego se añadió agua y se dejó reposar por 10 h. Después se filtró, se pesó y se secó en estufa (105 °C por 24 h). Los resultados fueron expresados en porcentaje (Obaldo et al., 2002).

### **Procedencia y aclimatación de camarones**

Los camarones (n = 100) fueron colectados del río Pativilca, cerca al centro poblado Huayto (10°39'50" S, 77°39'22" O) (Lima, Perú), estos fueron capturados por pescadores de la zona y se transportaron de manera individual (cada camarón fue introducido en un vaso de plástico de 200 mL agujereados), se acondicionaron en recipientes de plástico (80 L), con agua del mismo río y aireación. La densidad de transporte fue de 50 camarones/ recipiente. La especie *C. (C.) caementarius* fue reconocida según Méndez (1981) y se consideró la subespecie según DecaNet eds. (2023). El sexo del camarón macho se verificó por la presencia de un gonóporo en cada coxopodito del quinto par de periópodos, además se tuvo en cuenta el tamaño de las quelas y la amplitud del abdomen (Reyes-Avalos et al., 2016). Los camarones fueron aclimatados en acuarios (20 camarones/acuario) durante siete días y se proporcionó la dieta basal. Los recambios de agua fueron del 30% y se extrajo el alimento no consumido y los desechos sólidos, mediante un sifón.

### **El sistema de mantenimiento y siembra de camarones**

El sistema de mantenimiento de camarones, se realizó en recipientes individualizados (cada camarón en su respectivo recipiente), utilizados previamente (Reyes-Avalos, 2016), el cual consistió en seis acuarios de vidrio (60 x 31 x 35 cm y 50 L). Cada acuario tuvo un sistema de recirculación de agua del tipo air-water-lift (1,5 L/min), con filtro biológico percolador (1 L), además de difusores para circulación y aireación del agua. Dentro de cada acuario, se introdujo seis recipientes de plástico (19 cm Ø; 8 cm de altura y de 284 cm<sup>2</sup>), los cuales fueron acondicionados en dos grupos de tres niveles (seis camarones por acuario). Se sembró un camarón por recipiente, es decir, se emplearon 36 camarones de 4,50 a 7,20 cm de longitud total y de 8,30 a 10,50 g de peso total húmedo total, todos tuvieron apéndices

cefalotorácicos completos y no mostraban indicios de laceraciones en el cuerpo ni en los quelípodos.

### Alimentación

Los camarones se adaptaron a consumir cada dieta durante una semana, con nivel de alimentación diaria del 6% del peso corporal administrada dos veces por día, a las 08:00 h y 18:00 h (40 y 60%, respectivamente).

### Colección de heces de camarón

El sistema y la metodología para la colección de heces fue el empleado por Baltodano et al. (2022), que en resumen fue el siguiente: Los camarones fueron colocados en una caja plástica cribada, dentro de una bandeja plástica (50 x 30 x 6.5 cm), los cuales fueron introducidos en acuarios. Las heces se extrajeron con sifón (5 mm Ø), luego fueron filtrados con malla Nylal (100 µm), secadas en estufa (60 °C por 24 h), pesadas en balanza analítica digital AG221LX ( $\pm 0,001$  g), almacenadas en recipientes de vidrio forrados con papel aluminio y conservadas a -4 °C hasta su análisis. La recolección de heces del camarón fue durante 45 días y el intervalo entre ciclos fue de 9 h (09:00 a 18:00 h) y 13 h (19:00 a 08:00 h).

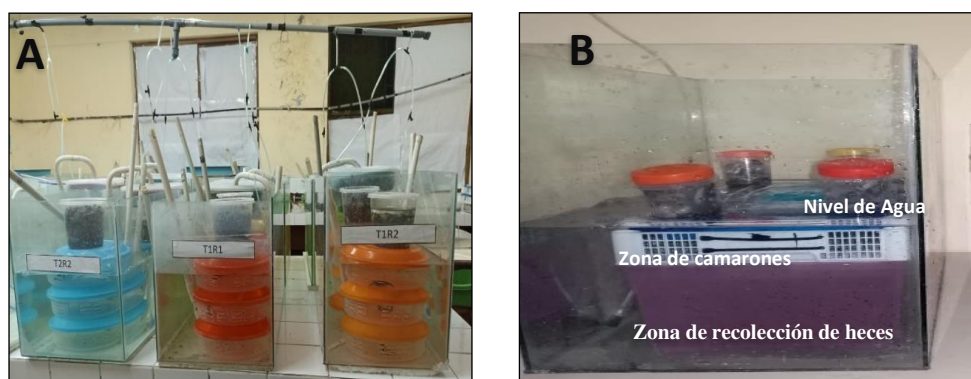


Figura 1. A) Sistema de mantenimiento individual de camarones. B) Sistema de colección de heces del camarón *M. caementarius*.

### Análisis químico

El análisis químico proximal de las dietas con y sin quitina cruda se realizó en el Laboratorio de Servicios a la Comunidad e Investigación (LASACI) de la Universidad Nacional de Trujillo, Perú. Las características organolépticas de aroma y color de las dietas se determinaron según G-Carril y Reyes-Avalos (2020). La proteína cruda de las heces de

camarón se determinó por el método Kjendhal nitrógeno y, para el contenido del óxido crómico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) en heces se empleó espectrofotómetro Jenway 6105 UV Vis® a 350 nm. Estos análisis se realizaron en el Laboratorio de Servicios a la Comunidad e Investigación (LASACI) de la Universidad Nacional de Trujillo, Perú. El contenido de quitina pura en las heces del camarón y en las dietas se determinó por el método de No et al. (1989).

### **Digestibilidad aparente**

El coeficiente de digestibilidad aparente (CDA) para materia seca, proteínas y quitina, se calculó mediante las fórmulas de Tsai et al. (2019):

$$CDA \text{ de materia seca (\%)} = 100 - [100 \times (\% \text{ CrD} / \text{CrH})]$$

$$CDA \text{ de nutrientes (\%)} = 100 - [100 \times (\% \text{ CrD} / \% \text{ CrH}) \times (\% \text{ ND} / \% \text{ NH})]$$

Donde, CrD es el  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  en dieta, CrH es el  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  en heces, ND es el nutriente en dieta, NH es el nutriente en heces.

### **Calidad del agua**

La temperatura en los acuarios fue registrada diariamente a las 8:00 y 16:00 h usando termómetro digital ( $\pm 0,01$  °C), oxígeno disuelto con oxímetro digital ISY ( $\pm 0,01$  mg/L); y pH con pH-metro OAKTON ( $\pm 0,01$  unidades). Los niveles de amonio ( $\text{NH}_3$ ), y nitritos ( $\text{NO}_2$ ) fueron medidos semanalmente mediante kits de análisis Nutrafin ( $\pm 0,01$  mg/L) para acuarios de agua dulce. La dureza total del agua fue determinada con el método titulométrico según A.O.A.C. (1990).

### **Análisis estadístico**

La distribución normal se analizó mediante la prueba de Shapiro-Wilk y todos los datos cumplieron con dicha distribución. Las diferencias entre medias de hidroestabilidad de pellets, de la producción de heces y los CDA de las dietas, así como de los parámetros de calidad de agua, se determinaron mediante t de Student ( $p < 0,05$ ). El procesamiento estadístico de los datos se realizó con el programa estadístico SPSS versión 25 para Window

## IV. RESULTADOS

### Estabilidad del alimento

La estabilidad con el método de agua estática fue mayor en la dieta con quitina cruda durante 1 h y 3 h, en comparación con la dieta basal, con diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ) en ambos tiempos. Similarmente, con el método de agua horizontal, la dieta con quitina cruda presentó mayor estabilidad en comparación de la dieta con basal durante 1 h y 3 h de permanencia en el agua, con diferencia significativa ( $p < 0,05$ ).

Tabla 4. Estabilidad del alimento por los métodos de agitación horizontal y en agua estática de las dieta basal y dieta con quitina cruda.

Duración	Método de agua estática		Método de agitación horizontal	
	Dieta basal (control)	Dieta con quitina cruda	Dieta basal (control)	Dieta con quitina cruda
1 h	70,03 ± 0,16 <sup>a</sup>	72,03 ± 0,33 <sup>b</sup>	71,93 ± 0,38 <sup>a</sup>	73,28 ± 0,58 <sup>b</sup>
3 h	71,00 ± 0,25 <sup>a</sup>	73,58 ± 0,18 <sup>b</sup>	67,74 ± 1,50 <sup>a</sup>	71,10 ± 0,85 <sup>b</sup>

Letras diferentes en una misma fila indican diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ) con t de Student.

### Comportamiento alimentario

Los camarones sujetaron uno o dos gránulos con los maxilípedos y lo acercaron hacia la cavidad bucal, donde fueron triturados lentamente, de ese modo se produjo desprendimiento de las partículas de alimento, pero no fue cuantificado para evitar estrés de los organismos. Algunos camarones se desplazan, pero con los gránulos de alimento sujetados con los apéndices bucales.

### Producción de heces del camarón

Las heces (2 a 4 cm), permanecieron en el agua, entre 9 a 13 h (recolectadas del fondo del acuario), donde no se visualizó desintegración, ni contaminación de dichas heces. Las heces secas que se lograron recolectar durante el experimento fueron de 18 mg/día con la dieta basal y de 25 mg/día con la dieta con quitina cruda, las cuales fueron similares ( $p > 0,05$ ) entre tratamientos. La colección de heces duró 45 días y se obtuvo muestras deshidratadas en cantidades  $\geq 1,5$  g, para los análisis respectivos.

## Composición química de las heces de camarones

La composición química de las heces de camarón alimentados con la dieta basal y con la dieta con quitina cruda, se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Composición químico proximal de heces de *C. (C.) caementarius* alimentados con la dieta basal y con la dieta con quitina cruda.

Composición	Dieta basal (control)	Dieta con quitina cruda
Proteínas (%)	2,68 ± 0,50	2,43 ± 0,50
Quitina (%)	2,10 ± 0,00	9,50 ± 0,00
Óxido Crómico (%)	3,72 ± 0,10	4,07 ± 0,10

Letras diferentes en una misma fila indican diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ) con t de Student.

## Digestibilidad aparente

Determinamos que el CDA de la materia seca y proteína cruda fue superior en la dieta con quitina cruda, en comparación de la dieta basal (Tabla 6). Por otro lado, el CDA de la quitina de la dieta con quitina cruda fue menor que la dieta basal ( $p < 0,05$ ) en comparación a la dieta con quitina cruda.

Tabla 6. Coeficiente de digestibilidad aparente (CDA) para materia seca, proteína cruda y quitina de dieta basal y dieta con quitina cruda en *C. (C.) caementarius*.

CDA (%)	Dieta basal (control)	Dieta con quitina cruda
Materia seca	73,12 ± 0,02 <sup>a</sup>	75,43 ± 0,02 <sup>b</sup>
Proteína cruda	97,56 ± 0,02 <sup>a</sup>	98,26 ± 0,02 <sup>b</sup>
Quitina	92,37 ± 0,02 <sup>a</sup>	77,77 ± 0,02 <sup>b</sup>

Letras diferentes en una misma fila indican diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ) con t de Student

## Calidad del agua

La calidad de agua de mantenimiento de los camarones en el sistema de cultivo fue similar ( $p > 0,05$ ) entre tratamientos dietarios. No hubo amonio, la concentración de nitritos fue de  $0,01 \pm 0,00$  mg/L y los nitratos de  $0,05 \pm 0,00$  mg/L. La temperatura promedio fue de  $20,21 \pm 0,50$  °C, el pH fue de  $7,77 \pm 0,10$  y la dureza total fue  $467,50 \pm 1,00$  mg/L.

## V. DISCUSIÓN

En la investigación la harina de quitina cruda obtenida de los exoesqueletos de camarones (cefalotórax y quelípodos) es fuente de nutrientes por contener proteína cruda (33,70%), grasa (8,20%), fibra cruda (2,60%), cenizas (9,90%), quitina pura (5,85%) y alto contenido de carbohidratos (45,60%). Sin embargo, estos resultados difieren a lo reportado en residuos de otros crustáceos, como en *F. paulensis* cuyo contenido de proteína fue de 49%, lípidos de 4,90% y fibra de 18% (Sánchez-Camargo et al., 2011). Esto evidencia que la composición proximal de los exoesqueletos varía según la especie de crustáceos, como ya se ha reportado en otros estudios (Barros et al., 2015; Pires et al., 2017).

La suplementación de la dieta basal con harina de quitina cruda incrementó el contenido de proteína, grasa, ceniza y quitina pura de la dieta experimental, lo que comprueba su aporte de nutrientes. Sin embargo, la dieta basal que no fue suplementada con quitina tuvo bajo contenido de quitina pura (7,40%), el cual proviene probablemente de la harina de pescado en cuyo procesamiento las escamas de pescado aportan con quitina (10,38%) (Aboudamia et al., 2020).

Las dietas para organismos acuáticos requieren de insumos confieran estabilidad en el agua de los pellets (Gaviria et al., 2020), para permitir la integridad física del pellet, con mínima desintegración y lixiviación de nutrientes mientras está sumergido, hasta que es consumido por el animal (Mirabent et al., 2019; Nunes et al., 2019). En este sentido, la dieta suplementada con quitina cruda mejoró la estabilidad física de los gránulos, evaluada tanto con el método de agua estática y agitación horizontal. Esto se debe, a que la quitina cruda tiene partículas más grandes que proporcionan una mayor área de contacto con el agua (Hou et al., 2021), lo que mejora la resistencia mecánica del pellet debido a la quitina por ser polímero de naturaleza semirrígido, confiere a los pellets propiedades espesantes (Rinaudo, 2006), Además, es probable que el alto contenido de carbohidratos de la quitina cruda haya favorecido una mayor estabilidad de los pellets en el agua, como ha sido sugerido previamente con los carbohidratos de dietas pero con ensilado de maíz (Gallardo-Carril & Reyes-Avalos, 2020; Baltodano et al., 2022). En cambio, la estabilidad de la dieta basal disminuyó con el método de agitación horizontal, lo que se atribuye a que la agitación del agua acelera la desintegración del pellet.

El camarón *C. (C.) caementarius* es un consumidor lento y no consume la totalidad del alimento suministrado (Baltodano et al., 2022). Sin embargo, este comportamiento

produce dispersión de partículas de alimento y más aún cuando camina o nada con el alimento sujetado con las mandíbulas por ello, los pellets deben tener una buena estabilidad para que no afecte el consumo del alimento y por consiguiente el crecimiento de los animales (Muñoz., 2004). Similar hábito alimenticio es reportado en *M. rosenbergii* (Kawamura et al., 2018).

El CDA de materia seca representa una buena estimación del grado en que el ingrediente es digerido y asimilado por el camarón (Siccardi et al., 2006). Yang et al. (2009), consideraron que la disminución de digestibilidad de la materia seca disminuye con el aumento del contenido de fibra y cenizas. En el estudio, la dieta con quitina cruda mostró mayor digestibilidad de materia seca (75,43%) en relación con la dieta basal (73,12%). En *L. vannamei* alimentado con la harina de cabezas de camarón, se obtuvo similar CDA de materia seca (77,78%), aunque con harina de subproductos de camarón se obtuvo 54,83% (Yang et al., 2009), probablemente atribuido a la calidad de los ingredientes y al método de elaboración (Nunes et al., 2016). En cambio, la harina de insectos ocasiona un CDA de materia seca que varía de 77% al 81% (Shin & Lee, 2021).

El CDA de proteína en *L. vannamei* alimentados con harina de cabeza de camarón el CDA fue de 55,92% (Nunes et al., 2016). En cambio, con la harina de insectos fue de 83% hasta 89% (Shin et al., 2021). El CDA en *Crangon crangon* fue de 86% alimentado con harina de camarón (Fricke et al., 2022). En la investigación, el alto CDA de proteínas (98,26%) en *C. (C.) caementarius*, obtenida con la dieta con quitina cruda que fue similar que la dieta basal (97,56%), sugiere que ambas dietas tuvieron proteínas altamente digeribles y asimilables, aunque también es probable que la quitina de las dietas hayan estimulado la producción de enzimas digestivas como sucede en *M. tenellum* y *P. vannamei* donde la quitina estimula una mayor actividad de proteasas y tripsina (De Los Santos-Romero et al., 2017; Tseng et al., 2021).

Los altos CDA de materia seca y de proteína obtenidos en la investigación demuestran que el tiempo de permanencia de las heces de camarón en el agua, no afectaron a los nutrientes, siempre que se emplee el mismo sistema de colección de heces donde no hay contaminación ni movimiento de agua. Estos resultados probablemente sean debido a que la membrana peritrófica que encierra a las heces durante el paso por el intestino del camarón, cuya porosidad depende de las quitinasas de los camarones (Wang et al., 2012). Además, esto explicaría también la permanencia de las hebras de heces intactas durante 9 a 13 h,

similar al tiempo reportado previamente (Baltodano et al., 2022). El contenido de materia seca, proteína, así como de aminoácidos en las heces de *L. vannamei* no se modifican por el efecto de la lixiviación de nutrientes en las heces antes de 3 h (Villarreal-Cavazos et al., 2017).

El CDA de la quitina fue menor (77,77%), que la dieta basal (92,37%), lo que sugiere que el exceso de quitina cruda interfirió con la asimilación de los nutrientes, toda vez que hubo mayor producción de heces de los camarones que se alimentaron con quitina cruda (25 mg de heces/día) en relación con la dieta basal (18 mg de heces/día). Se conoce que *M. tenellum* y *M. rosenbergii*, no pueden descomponer eficientemente la quitina, porque estos no tienen la capacidad de asimilar o metabolizar grandes cantidades de glucosamina, al carecer de enzimas específicas en su sistema digestivo (Kumar et al., 2006; De los Santos-Romero et al, 2017). En *M. tenellum* alimentado con dietas con 20% de quitina cruda, se observa alta actividad de quitinasa (De Los Santos-Romero et al., 2017).

Sin embargo, el CDA de quitina (77,77%) de *C. (C.) caementarius* alimentado con harina de quitina cruda, es mayor que el CDA de quitina reportado para otras especies de crustáceos. Por ejemplo, *L. vannamei* alimentado con harina de diversos insectos posee un CDA de quitina entre 28% a 36% debido a la capacidad limitada para sintetizar quitinasa *in vivo*, lo que produce una digestión parcial de la quitina de los insectos de la dieta (Shin & Lee, 2021) y también cuando es alimentado con quitina pura el CDA fue de 36,2% (Clark et al., 1993). Estas investigaciones demuestran que *C. (C.) caementarius* digiere la quitina del alimento mucho mejor que otros crustáceos decápodos, toda vez que su dieta natural está conformada por insectos acuáticos y restos de crustáceos, entre otros (Viacava et al., 1978) y también ingiere su propio exoesqueleto después de la ecdisis, como lo reportado en *L. vannamei* (Rocha et al., 2012), *M. tenellum* (De Los Santos Romero et al., 2017), entre otros.

## VI. CONCLUSIONES

La estabilidad de la dieta con 20% de quitina cruda con método de agua estática fue de 72,03% y 73,58% a las 1 y 3 h, respectivamente.

La estabilidad de la dieta con 20% de quitina cruda con el método de agua estática fue de 73,28% y 71,10% a las 1 y 3 h, respectivamente.

El CDA de la materia seca de la dieta con 20% de quitina cruda en *C. (C.) caementarius* fue de 75,43%.

El CDA de proteínas de la dieta con 20% de quitina cruda en *C. (C.) caementarius* fue de 98,26%.

El CDA de la quitina pura de la dieta con 20% de quitina cruda en *C. (C.) caementarius* fue de 77,77%.

La harina de quitina cruda ocasiona mayor estabilidad de los pellets durante 1 y 3 h de permanecer en el agua y con los métodos de agua estática y agitación horizontal. Los adultos de *C. (C.) caementarius* alimentados con dieta de 20% de quitina cruda, tuvieron alto CDA de materia seca y proteínas, en cambio fue bajo el CDA de quitina en relación con la dieta basal.

## VII. RECOMENDACIONES

Es recomendable evaluar el comportamiento alimenticio de los diferentes estados ontogénicos de *C. (C.) caementarius* y determinar las pérdidas del alimento que se producen durante la alimentación.

Es conveniente analizar las enzimas digestivas de *C. (C.) caementarius* que permita entender la digestibilidad de los diferentes nutrientes de las dietas para el crecimiento.

Evaluar la digestibilidad de otras fuentes de quitina cruda provenientes de subproductos de organismos acuáticos, en postlarvas y adultos *C. (C.) caementarius*.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aboudami, F., Kharroubi, M., Neffa, M., Jaoud, A., & Bouchdoug, M. (2020). Extraction and characterization of  $\beta$ -chitin from sardine's scales *Sardina pilchardus* (Walbaum,1792). *Moroccan Journal of Chemistry*, 8(1),8-1. <https://doi.org/10.48317/IMIST.PRSM/morjchem-v8i1.18190>
- Anh, N. T. N., Hien, T. T. T., Mathieu, W., Hoa, N. V., & Sorgeloos, P. (2009). Effect of fishmeal replacement with *Artemia* biomass as a protein source in practical diets for the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture Research*, 40(6), 669-680. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2008.02143.x>
- Allman, A. L., Williams, E. P., & Place, A. R. (2017). Growth and enzyme production in blue crabs (*Callinectes sapidus*) fed cellulose and chitin supplemented diets. *Journal of Shellfish Research*, 36(1), 283-291. <http://dx.doi.org/10.2983/035.036.0132>
- A.O.A.C. (1990). Official methods of analyses. 15th edition. En: Helrich, K. (Comp.). Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, VA, USA.
- Baltodano, J., Olivares, E., & Reyes-Avalos, W. (2022). Digestibilidad aparente de materia seca, proteína y carbohidratos de la dieta con ensilado biológico de harina de maíz en *Cryphiops (C.) caementarius*. *Revista peruana de biología*, 29(2), 1-10. <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v29i2.21144>
- Barros, I., Guzmán, L., & Tarón, A. (2015). Extracción y comparación de la quitina obtenida a partir del caparazón de *Callinectes sapidus* y *Penaeus vannamei*. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 18(1), 227-234. SA <https://doi.org/10.31910/rudca.v18.n1.2015.471>
- Cadeza-Espinoza, M., Brambila-Paz, J., Chalita-Tovar, E., & González-Estrada, A. (2017). Evaluación financiera con la metodología de opciones reales de una inversión para producir quitosano con base en desperdicio de camarón. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 14(4),533-545.
- Clarke,D.J., Lawrence A.L., & Swakon, D.H.D. (1993). Apparent chitin digestibility in penaeid shrimp. *Aquaculture* 109(1), 51-57. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(93\)90485-H](https://doi.org/10.1016/0044-8486(93)90485-H)

- DecaNet eds. (2023). DecaNet. *Cryphiops (Cryphiops) caementarius* (Molina, 1782). Accessed through: World Register of Marine Species at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=587013> on 2023-08-15
- De Los Santos-Romero, R.B., García-Guerrero, M., Vega-Villasante, F., & Nolasco-Soria, H. (2017). Effect of dietary chitin on digestive enzyme activity, growth and survival of *Macrobrachium tenellum* juvenile prawns. *Latin American Journal of Aquatic Research* 45, 130–8. <https://doi.org/10.3856/vol45-issue1-fulltext-12>
- Fricke, E., Koch, M., Dietz, H., Slater, M. J., & Saborowski, R. (2022). Brown shrimp (*Crangon crangon*) processing remains as ingredient for *Litopenaeus vannamei* feeds: Biochemical characterisation and digestibility. *Aquaculture Reports*, 25, 101225. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101225>
- Gallardo-Carril, J., & Reyes-Avalos, W. E. (2020). Dietas con ensilado biológico de harina de maíz mejoran el desempeño productivo del camarón de río *Cryphiops caementarius* (Crustacea: Palaemonidae). *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 409-417. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.13>
- Gaviria, Y. S., Camaño, J. A., & Zapata, J. E. (2020). Propiedades físicas de alimento para tilapia roja (*Oreochromis* spp.) elaborado con ensilado químico y secado en microondas. *Información Tecnológica*, 31(6), 105-116. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000600105>
- Hinchcliffe, J., Powell, A., Langeland, M., Vidakovic, A., Undeland, I., Sundell, K., & Eriksson, S. P. (2020). Comparative survival and growth performance of European lobster *Homarus gammarus* post-larva reared on novel feeds. *Aquaculture Research*, 51(1), 102-113. <https://doi.org/10.1111/are.14351>
- Hou, J., Aydemir, B. E., & Dumanli, A. G. (2021). Understanding the structural diversity of chitins as a versatile biomaterial. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 379(2206), 20200331. <https://doi.org/10.1098/rsta.2020.0331>
- Hoyos, J. L., Villada, H. S., Fernández, A., Ortega-Toro, R. (2017). Parámetros de calidad y metodologías para determinar las propiedades físicas de alimentos extruidos para peces. *Inf. Tecnol.*, 28(5), 101-114. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000500012>

- Kawamura, G., Bagarinao, T., Syallinaz, N., Seok-Kian, A., & Lim, L.S. (2018). Comparative morphology and function of feeding appendages in food intake behaviour of the whiteleg shrimp, *Litopenaeus vannamei*, and the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Borneo Journal of Marine Science and Aquaculture*, 2, 26–39.
- Kumar, P., Sahu, N.P., Saharan, N., Reddy, A.K., & Kumar, S. (2006). Effect of dietary source and level of chitin on growth and survival of post-larvae *Macrobrachium rosenbergii*. *J. Applied Ichthyology*, 22, 363-368. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00757.x>
- Martínez-Delgado, A., Khandual, S., Morales-Hernandez, N., Martínez-Bustos, F., Vélez-Medina, J., & Nolasco-Soria, H. (2020). Fish feed formulation with microalgae *H. pluvialis* and *A. platensis*: Effect of extrusion process on stability of astaxanthin and antioxidant capacity. *International Journal of Food and Nutritional Science*, 7, 1-8.
- Méndez, M. (1981). Claves de identificación y distribución de los langostinos y camarones (Crustacea: Decapoda) del mar y ríos de la costa del Perú. *Boletín del Instituto del Mar del Perú*, 5(1), 1–170. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/1028>
- Mendoza, A. A., Barrientos, J. M. J., Hernández, H. H., Coutiño, L. P. R., Ochoa, S. H., Lara, E. H., & Miranda, J. R. (2022). Evaluation of combined processes: chitin purification from shrimp (*Penaeus* sp.) and grasshopper (*Sphenarium purpurascens*) exoskeletons. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25(3), 102. <http://doi.org/10.56369/tsaes.4240>
- Meyers, S.P., & Zein-Eldin, Z.P. (1972). Binders and pellet stability in the development of crustacean diets. *Journal of the World Aquaculture Society*, 3(1-4), 351–364. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1972.tb00079.x>
- Mirabent, M., Toledo, S.J., & Ceballos, B.J. (2019). Valor nutricional de piensos comerciales cubanos para el alevinaje de tilapia roja (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*) en ambiente marino. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 36(1): 9-16. <http://hdl.handle.net/1834/16793>
- Moscoso, V. 2012. Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 27(1-2), 8-207. <https://revistas.imarpe.gob.pe/index.php/boletin/issue/view/12/27-1-2>

- Muñoz, O. (2004). Comparación entre extruido y paletizado en alimento de camarones. In: Cruz, L.E., Ricque, D., Nieto, M. G. Villarreal. D., Scholz,U y Gonzales, M. Avances en nutrición Acuícola VII .Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. pp. 16–19 noviembre, 2004. Hermosillo, Sonora, México. [http://eprints.uanl.mx/8392/1/22Oswaldo\\_Munoz.pdf](http://eprints.uanl.mx/8392/1/22Oswaldo_Munoz.pdf)
- Nirmal, N.P., Santivarangkna, C., Rajput, M.S., & Benjakul, S. (2020). Trends in shrimp processing waste utilization: An industrial prospective. *Trends in Food Science & Technology*, 103, 20-35. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.07.001>
- Niu, J., Lin, H. Z., Jiang, S. G., Chen, X., Wu, K. C., Liu, Y. J., & Tian, L. X. (2013). Comparison of effect of chitin, chitosan, chitosan oligosaccharide and N-acetyl-d-glucosamine on growth performance, antioxidant defenses and oxidative stress status of *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 372, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.10.021>
- No, H.K., Meyers, S.P., & Lee, K.S. (1989) Isolation and characterization of chitin from crawfish shell waste. *J Agric Food Chem*, 37(3):575–579. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf00087a001>
- Nunes, C. A. R., Ludke, M. D. C. M. M., Pereira, C. M., de Lima, M. R., & dos Santos, J. (2016). Nutricional assessment of ingredients used in pacific white shrimp feed. *Revista Caatinga*, 29(3), 716-724. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252016v29n323rc>
- Nunes, A. J., Sabry-Neto, H., da Silva, F. H. P., de Oliveira-Neto, A. R., & Masagounder, K. (2019). Multiple feedings enhance the growth performance and feed efficiency of juvenile *Litopenaeus vannamei* when fed a low-fish meal amino acid-supplemented diet. *Aquaculture International*, 27(2), 337-347. <https://doi.org/10.1007/s10499-018-0330-7>
- Núñez-Gómez, D., Rodrigues, C., Lapolli, FR, & Lobo-Recio, MA (2020). Physicochemical characterization of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) waste as a low-cost chitinous biomaterial. *Journal of Polymers and the Environment*, 29(2), 576-587. <https://doi.org/10.1007/s10924-020-01887-5>

- Obaldo, L. G., Divakaran, S., & Tacon, A. G. (2002). Method for determining the physical stability of shrimp feeds in water. *Aquaculture research*, 33(5), 369-377. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2002.00681.x>
- Paolucci, M., Fabbrocini, A., Volpe, M. G., Varricchio, E., & Coccia, E. (2012). Development of biopolymers as binders for feed for farmed aquatic organisms. *IntechOpen*. <https://www.intechopen.com/chapters/27101>
- Pinazo, K. F. P., Berrú, J. M. A., & Bocardo, E. F. (2021). Economic-fishing analysis of the prawn *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) in the Majes-Camaná river Arequipa-Perú (2019). *Boletim Do Instituto de Pesca*, 47, e627. <https://doi.org/10.20950/1678-2305/bip.2021.47.e627>
- Pires, C., Marques, A., Carvalho, M., & Batista, I. (2017). Chemical characterization of *Cancer pagurus*, *Maja squinado*, *Necora puber* and *Carcinus maenas* shells. *Poultry, Fisheries & Wildlife Sciences*, 5, 1-6. <https://doi.org/10.4172/2375-446x.1000181>
- PRODUCE. (2020). Anuario estadístico pesquero y acuícola 2019. Ministerio de la Producción. <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/shortcode/oe-documentos-publicaciones/publicaciones-anuales/item/901-anuario-estadistico-pesquero-y-acuicola-2018>
- PRODUCE. (2023). Anuario estadístico pesquero y acuícola 2022. Ministerio de la Producción. <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/shortcode/oe-documentos-publicaciones/publicaciones-anuales/item/1116-anuario-estadistico-pesquero-y-acuicola-2022>
- Rahimnejad, S., Hu, S., Song, K., Wang, L., Lu, K., Wu, R., & Zhang, C. (2019). Replacement of fish meal with defatted silkworm (*Bombyx mori* L.) pupae meal in diets for Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture*, 510, 150-159. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.05.054>
- Ramírez, M., Cántaro, R., & Reyes, W., 2018. Growth and survival of males of *Cryphiops caementarius* (Palaemonidae) with diets supplemented with common salt. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 46, 469–474. <https://doi.org/10.3856/vol46-issue2-fulltext-22>

- Reyes-Avalos, W. (2016). Effect of culture container on the survival and growth of male *Cryphiops caementarius* in individualized systems. *Revista Bio Ciencias* 3, 311-325. <https://doi.org/10.15741/revbio.03.04.06>
- Rinaudo, M. (2006). Chitin and chitosan: Properties and applications. *Progress in Polymer Science*, 31(7), 603-632. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2006.06.001>
- Rodríguez, L. O., de Freitas, N. M., da Silva Barbosa, P., de Aquino Azevedo, O., Fiorese, C. H. U., & Silva-Filho, G. (2020). Produção de biofilme de quitosana, reduzida da quitina, extraída de exoesqueleto de crustáceos: proposta e disponibilização sustentável. *Brazilian Applied Science Review*, 4(1), 218-239. <https://doi.org/10.34115/basrv4n1-015>
- Rocha, J., Garcia-Carreño, F. L., Muhlia-Almazán, A., Peregrino-Uriarte, A. B., Yépez-Plascencia, G., & Córdova-Murueta, J. H. (2012). Cuticular chitin synthase and chitinase mRNA of whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* during the molting cycle. *Aquaculture*, 330, 111-115. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.12.024>
- Rojo-Arreola, L., del Toro, M. N., Cordova-Murueta, J., & García-Carreño, F. (2019). Techniques for protein digestion research in Decapoda: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 89, 65-75. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.05.004>
- Salas, R., Rosas, R., & Galvez, D. (2017). La quitina: lo mejor de los desechos marinos. *Rev. Cienc. UANL*, 84, 7-10.
- Sánchez-Camargo, A. P., Meireles, M. Â. A., Lopes, B. L. F., & Cabral, F. A. (2011). Proximate composition and extraction of carotenoids and lipids from Brazilian redspotted shrimp waste (*Farfantepenaeus paulensis*). *Journal of Food Engineering*, 102(1), 87-93. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.08.008>
- Sarman, V., Vishal, R., Mahavadiya, D., & Sapra, D. (2018). Nutritional aspect for freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) farming. *International Journal of Fauna and Biological Studies* 5(2): 172- 175.
- Senmache, N., & Reyes, W. (2020). Efecto de dietas con zeolita natural en el crecimiento y supervivencia del camarón de río *Cryphiops caementarius*. *Rebiol* 4, 30–38. <https://doi.org/10.17268/rebiol.2020.40.01.04>

- Siccardi III, A. J., Lawrence, A. L., Gatlin III, D. M., Fox, J. M., Castille, F. L., Perez-Velazquez, M., & González-Félix, M. L. (2006). Digestibilidad aparente de energía, proteína y materia seca de ingredientes utilizados en alimentos balanceados para el camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei*. Avances en Nutrición Acuícola. Recuperado a partir de <https://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/170>
- Shin, J., & Lee, K. J. (2021). Digestibility of insect meals for Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and their performance for growth, feed utilization and immune responses. *PloS One*, 16(11), e0260305. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260305>
- Terrazas, M., Civera, R., Ibarra, L., & Goytortúa, E. (2010). Coeficientes de utilización digestiva aparente de materia seca, proteína y aminoácidos esenciales de ingredientes terrestres para el camarón del Pacífico *Litopenaeus vannamei* (Decapoda: Penaeidae). *Revista de Biología Tropical*, 58(4), 1561-1576.
- Tacon, A.G.J., Jory, D. & Nunes, A. (2013). Shrimp feed management: issues and perspectives. In: M.R. Hasan and M.B. New, eds. On-farm feeding and feed management in aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 583. Rome, FAO. pp. 481–488. <https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/T583/root/18.pdf>
- Tsai, C.Y., Chi, C.C., & Liu, C.H. (2019). The growth and apparent digestibility of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, are increased with the probiotic, *Bacillus subtilis*. *Aquaculture Research*, 50(5), 1475-1481. <https://doi.org/10.1111/are.14022>
- Tseng, D.Y., Hsieh, S.C., Wong, Y.C., Hu, S.Y., Hsieh, J.M., Chiu, S.T., Yeh, S.P., & Liu, C.H. (2021). Chitin derived from *Daphnia similis* and its derivates, chitosan, promote growth performance of *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 531, 735919. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735919>
- Viacava, M., Aitken, R., & Llanos, J. (1978). Estudio del camarón en el Perú. 1975-1976. *Boletín del Instituto del Mar del Perú*, 3(5), 161-232. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/977>
- Villarreal-Cavazos, D.A., Cruz-Suárez, L.E., Tapia-Salazar, M., Nieto-López, M., Gamboa-Delgado, J., Lemme, A., & Ricque-Marie, D. (2017). Efecto de la lixiviación de heces

sobre los coeficientes de digestibilidad aparente en camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*). *Hidrobiológica*, 27(3), 353-357.

- Wang, L., Li, F., Wang, B., & Xiang, J. (2012). Structure and partial protein profiles of the peritrophic membrane (PM) from the gut of the shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Fish & Shellfish Immunology* 33, 1285e1291. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fsi.2012.09.014>
- Wasiw, J., & Yépez, V. (2015). Evaluación poblacional del camarón *Cryphiops caementarius* en ríos de la costa sur del Perú. *Revista de Investigación Veterinaria del Perú*, 26(2),166. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v26i2.11103>
- Wu, Y., Li, Y., Wang, R., Zhao, Y., Liu, H., & Wang, J. J. (2021). Characterization of a novel food grade emulsion stabilized by the by-product proteins extracted from the head of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). *Frontiers in Nutrition*, 8, 376500. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.676500>
- Yadav, M., Goswami, P., Paritosh, K., Kumar, M., Pareek, N. & Vivekanand, V. (2019). Seafood waste: a source for preparation of commercially employable chitin/chitosan materials. *Bioresources and Bioprocess*, 6, 8. <https://doi.org/10.1186/s40643-019-0243-y>
- Yang, Q., Zhou, X., Zhou, Q., Tan, B., Chi, S., & Dong, X. (2009). Apparent digestibility of selected feed ingredients for white shrimp *Litopenaeus vannamei*, Boone. *Aquaculture Research*, 41, 78-86. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02307.x>
- Zargar, V., Asghari, M., & Dashti, A. (2015). A review on chitin and chitosan polymers: structure, chemistry, solubility, derivatives, and applications. *ChemBioEng Reviews*, 2(3), 204-226. <https://doi.org/10.1002/cben.201400025>
- Zhang, X., Yuan, J., Li, F., Xiang, J. (2021). Chitin synthesis and degradation in crustaceans: A genomic view and application. *Marine Drugs* 19, 153. <https://doi.org/10.3390/md19030153>
- Zou, Y., Robbins, J., Heyndrickx, M., Debode, J., & Raes, K. (2021). Bioprocessing of marine crustacean side-streams into bioactives: a review. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 96(6), 1465-1474. <https://doi.org/10.1002/jctb.6690>

## ANEXOS

### Anexo 1. Elaboración de quitina cruda.



Recolección de exoesqueletos de *C. (C.) caementarius*.



Lavado de exoesqueletos de *C. (C.) caementarius*.



Secado a la luz del sol



Harina de quitina cruda



Tamizado de exoesqueletos de *C. (C.) caementarius*.



Molienda de exoesqueletos *C. (C.) caementarius*.

### Anexo 2. Procedimiento para evaluar la estabilidad del alimento preparado.



Pesado del alimento.



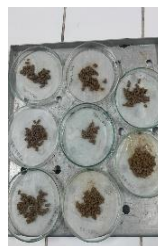
Alimento y agua destilada en Matraz Erlenmeyer.



Agitación (100 rpm por minuto)



Secado 105°C por 24h

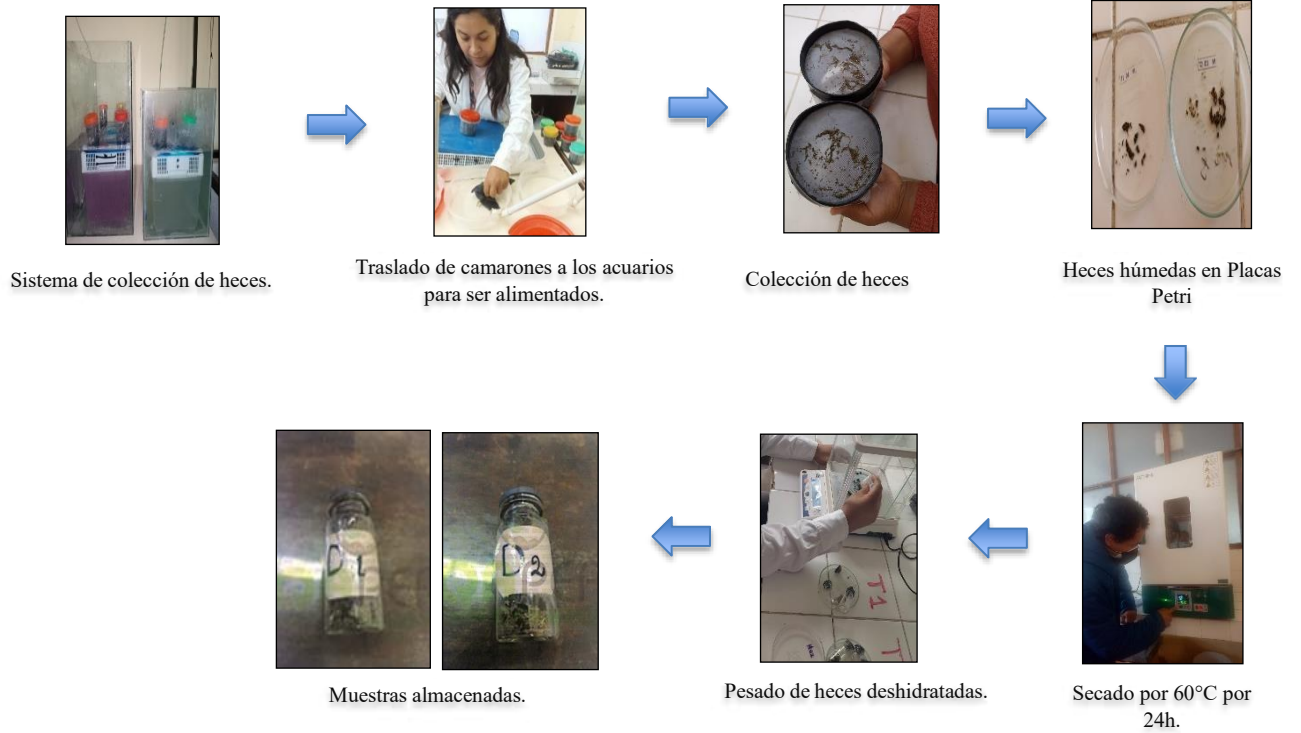


Sólido recuperado en Placas Petri.




Filtrado de muestras.

Anexo 3. Recolección y procesamiento de heces de *C. (C.) caementarius*.



Anexo 4. Resultados del análisis de digestibilidad de óxido crómico y proteínas en heces de C (C.). caementarius.

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.  
ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES RUC: 20605355189




# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

**PROYECTO: PIC.FF.CC 017 – 2020 – 2021**  
\*CRECIMIENTO Y RESPUESTA INMUNE DE MACHOS DE CAMARÓN DE RÍO CRYPHIOPS CAEMENTARIUS ALIMENTADOS CON DIETAS SUPLEMENTADAS CON QUITINA\*

Investigador responsable  
Dr. Bigo, Walter Reyes Avalos  
Departamento de Biología, Microbiología y Biotecnología  
Facultad de Ciencias  
Universidad Nacional del Santa

## INFORME GENERAL DE MUESTRAS BIOLÓGICAS PARA ANÁLISIS PROXIMAL

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.  
ING. MSC. CARLOS ALBERTO VALQUI MENDOZA  
GERENTE GENERAL



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL  
CELULAR: 942 844 957 - 949 959 63 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperu@hotmail.com

Escaneado con CamScanner



**INFORME DE ANÁLISIS QUÍMICO**  
**F.Q.A. PERÚ S.A.C.**

SOLICITANTE	: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
RUC	: 20148309109
MUESTRA	: HECES DE CAMARÓN
CÓDIGO DE MUESTRA	: D1
ANÁLISIS A REALIZAR	: ANÁLISIS PROXIMAL
FECHA DE INGRESO	: 22 DE NOVIEMBRE DEL 2021
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

ANÁLISIS DE MUESTRA

DETERMINACIÓN	UNIDADES	RESULTADO
PROTEÍNAS	%	2.68 ± 0.5
ÓXIDO CRÓMICO	%	3.72 ± 0.1

Proced.: NTP 205.005 / 79; NTP 291.057:2012 (revisada el 2018); Determinación química del contenido de ácido de cromo. Método de exaustificación por valoración. 1ª Edición

*[Firma]*  
GUSTAVO A. GARCÍA  
GERENTE GENERAL



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 942 844 957 - 949 959 63 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperu@hotmail.com

Escaneado con CamScanner



Fig. 1. Muestra recibida en laboratorio para análisis requerido por el cliente



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 942 844 957 - 949 959 63 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperu@hotmail.com

Escaneado con CamScanner



**INFORME DE ANÁLISIS QUÍMICO**  
**INFORME DE ANÁLISIS QUÍMICO**  
**F.Q.A. PERÚ S.A.C.**

SOLICITANTE	: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
RUC	: 20148309109
MUESTRA	: HECES DE CAMARÓN
CÓDIGO DE MUESTRA	: D2
ANÁLISIS A REALIZAR	: ANÁLISIS PROXIMAL
FECHA DE INGRESO	: 22 DE NOVIEMBRE DEL 2021
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

ANÁLISIS DE MUESTRA

DETERMINACIÓN	UNIDADES	RESULTADO
PROTEÍNAS	%	2.43 ± 0.5
ÓXIDO CRÓMICO	%	4.07 ± 0.1

Proced.: NTP 205.005 / 79; NTP 291.057:2012 (revisada el 2018); Determinación química del contenido de ácido de cromo. Método de exaustificación por valoración. 1ª Edición

*[Firma]*  
GUSTAVO A. GARCÍA  
GERENTE GENERAL



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 942 844 957 - 949 959 63 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperu@hotmail.com

Escaneado con CamScanner



Fig. 2. Muestra recibida en laboratorio para análisis requerido por el cliente



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 942 844 957 - 949 959 63 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperu@hotmail.com

Escaneado con CamScanner