

CHARACTERIZATION OF SHRIMP EXOSKELETON MEAL
(*Litopennaeus vannamei*)

CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE EXOESQUELETO
DE CAMARÓN (*Litopennaeus vannamei*)

AUTORES:

Ing. Suárez-Villa, Amador Javier. Mgs
UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ



amador.suarez@uleam.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-2298-4384>

Manta - Ecuador

Blgo. Mrno. Cuenca-Nevárez, Gerardo J. Mgs
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ



gerardo.cuenca@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-1128-3013>

Chone - Ecuador

Ing. Macias-Chila, Ramon Raúl
UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ



raul.macias@uleam.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-7772-3341>

Manta - Ecuador

Blgo. Falcones-Molina, Edison Leonardo
UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ



edison.falcones@uleam.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0009-8613-2701>

Manta - Ecuador

<https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.2.2023.1408-1432>

Fechas de recepción: 31-ABR-2023 aceptación: 31-MAY-2023 publicación: 15-JUN-2023



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

El objetivo central de esta investigación fue caracterizar la harina de exoesqueleto de camarón HEC (*Litopennaeus vannamei*), para lo cual en primer lugar se evidenció el rendimiento de la harina de cefalotórax de camarón, bajo dos condiciones de deshidratación y el grosor de apilamiento de los exoesqueletos, a continuación se realizó el respectivo análisis proximal de la HEC, se escogieron los dos mejores rendimientos obtenidos a partir de cada una de las condiciones de deshidratación: directamente al suelo y sobre malla, obteniendo valores aceptables para este tipo de harinas. Posteriormente, se analizó la calidad microbiológica de la HEC deshidratada directamente al suelo como sobre malla, los resultados mostraron que la HEC más inocua es la que se secan los exoesqueletos sobre malla. Así mismo, se realizó el análisis del contenido de aminoácidos el mismo que se encuentra influenciando el valor nutritivo de un alimento cada vez que este se relacione con el porcentaje de proteínas que se encuentran presentes en una materia prima. Caso seguido, se estudió la digestibilidad in vitro de la HEC con valores de 82,71% para la HEC a partir de los cefalotórax secados directamente al suelo y de 84,33% de los secados sobre malla. Por último, pero no menos importante tenemos el análisis de aflatoxinas en la HEC la misma que se encuentra en un rango entre 2,65 y 8,63 $\mu\text{g kg}^{-1}$; en cualesquiera de los casos este valor no sobrepasa el límite permisible determinados por la UE, la FDA y el MERCOSUR.

Palabras clave: análisis proximal, crustáceo, subproducto pesquero, suplemento alimenticio, toxicidad

Abstract

The main objective of this research was to characterize the HEC shrimp exoskeleton flour (*Litopennaeus vannamei*), for which in the first place the performance of the shrimp cephalothorax flour was evidenced, under two dehydration conditions and the stacking thickness of the exoskeletons, then the respective proximal analysis of the HEC was carried out, the two best yields obtained from each of the dehydration conditions were chosen: directly to the ground and on mesh, obtaining acceptable values for this type of flour. Subsequently, the microbiological quality of the dehydrated HEC was analyzed directly to the soil as on mesh, the results showed that the most innocuous HEC is the one that the exoskeletons are dried on mesh. Likewise, the analysis of the amino acid content was carried out, the same one that is influencing the nutritional value of a food every time it is related to the percentage of proteins that are present in a raw material. Case followed, the in vitro digestibility of HEC was studied with values of 82.71% for HEC from cephalothoraxes dried directly to the ground and 84.33% from those dried-on mesh. Last, but not least, we have the aflatoxin analysis in the HEC, which is in a range between 2.65 and 8.63 $\mu\text{g kg}^{-1}$; in any of the cases this value does not exceed the permissible limit determined by the EU, the FDA and the MERCOSUR.

Keywords: proximal analysis, crustacean, fishery by-product, food supplement, toxicity.

Introducción

A nivel mundial en las últimas décadas se ha presentado un incremento de la demanda de productos alimenticios pesqueros, lo que ha fomentado que se desarrollen nuevas técnicas y procedimientos que contribuyan a satisfacer las necesidades actuales de la población. Esto ha originado que con el pasar de los años se hayan ido mejorando y tecnificando los procesos de cría y cultivo de camarón lo que ha contribuido que el sector camaronero se convierta en una de las principales actividades generadoras de divisas y fuentes de empleo a través del encadenamiento productivo.

Pero en los últimos años el consumo humano ha presentado un mayor ritmo de crecimiento superando la tasa de crecimiento de la producción mundial de productos pesqueros, esto conlleva a que este sector enfrente nuevos retos con la finalidad de cubrir los niveles de crecimiento de la demanda mundial (Mosquera, 2019). Los países productores de camarón a nivel mundial existen alrededor de 65 países que se dedican a la cría y cultivo de camarón los cuales en su conjunto producen aproximadamente 4.3 millones de toneladas al año.

Entre los principales productores de este crustáceo se encuentran los países pertenecientes al continente asiático, los cuales en el 2017 produjeron el 89,40% de la producción total: Honduras 0,64%, Malasia 1,24%, Brasil 1,8%, México 3,36%, Tailandia 7,22%, Vietnam 8,2%, Ecuador 10,39%, Indonesia 10,56%, India 10,73%, China 41,87% (Bayona *et al.*, 2019). Por su parte, los principales países del continente americano que se dedican a la cría y cultivo de camarón son Ecuador, México y Brasil, en el caso de Ecuador debido a su ubicación geográfica cuenta con las condiciones favorables para el desarrollo de esta actividad lo que lo ha llevado a posesionarse como el cuarto productor de camarón en el mundo, alcanzando un volumen de producción de 479.362 toneladas en el 2018 (Mosquera, 2019).

El sector camaronero reporto ingresos significativos desde el inicio de su actividad hace 50 años, de enero a noviembre se exportaron 1 291,5 millones de libras, un incremento del 27% frente al período de 2018. El volumen exportado significó USD 3 375,4 millones de ingresos, de acuerdo con datos de (CNA, 2019). De acuerdo con Salinas (2019); el consumo interno de camarón en el Ecuador es de un 5 - 10% de la producción nacional y la cantidad de



desechos generada por su consumo o elaboración de productos, a base de este crustáceo es de un 35 – 40% aproximadamente. Sin embargo, no hay un tratamiento adecuado para este desecho, el cual en su descomposición genera malos olores, así como otros problemas de contaminación se convierten en una fuente para el crecimiento de vectores transmisores de enfermedades (ratas, moscas, cucarachas, entre otros), además de generar olores desagradables, convirtiéndose de esta forma en una apreciable fuente de contaminación para el medio en los lugares en que son dispuestos sin tratamiento (Salas *et al.*, 2015).

En las últimas décadas se ha realizado una amplia investigación sobre desarrollar péptidos bioactivos e hidrolizados de proteínas para su uso en alimentos funcionales y nutraceuticos (Udenigwe & Aluko, 2011). Han surgido numerosos estudios que investigan el uso de fuentes de productos del mar infravaloradas y el procesamiento de subproductos de baja o nulo valor de mercado para producir productos con potencial bioactividad, incluida la actividad inhibidora de la enzima convertidora de angiotensina-I (ECA), actividad antioxidante, actividad antidiabética, actividad anticancerígena, o actividad antimicrobiana (Harnedy & FitzGerald, 2011). Desafortunadamente, la hidrólisis enzimática de proteínas a menudo libera péptidos que contienen un sabor desfavorable, lo que limita la comerciabilidad de los productos finales (FitzGerald & O’Cuinn, 2006).

Por ello Salinas en (2019), determina que la industria camaronera genera grandes cantidades de fracciones no comestibles como lo es el cefalotórax; el cual en su descomposición genera malos olores, así como otros problemas de contaminación ambiental, por este motivo, se está elaborando harina de exoesqueleto de camarón direccionada principalmente a la producción animal y para lograr esto es necesario que este nuevo producto goce de características nutricionales óptimas. Pero es importante que nuestro país, explore nuevas alternativas de reutilización de subproductos sobre todo de la actividad acuícola para que las mismas tengan un ciclo de vida donde los residuos generados sean mínimos con el afán de tener una actividad sustentable en el espacio y el tiempo.

En este contexto, la elaboración de HEC puede ser usada desde diversas perspectivas de manejo de la nutrición de animales donde se propenda al uso de este tipo de harinas ricas en proteínas y sobre todo sin rastros de toxinas para que no haya complicaciones en cuanto a la alimentación de los seres humanos que consuman animales alimentados con esta harina, por

lo que la presente investigación, tiene como objetivo realizar la caracterización de la HEC desde el punto de vista físicoquímico, toxicológico y microbiológico para de esta manera lograr el aprovechamiento de los exoesqueletos de camarón y que esta actividad sea contemplada como una oportunidad de negocio.

Material y métodos

El experimento se llevó a cabo en el laboratorio de bromatología y microbiología de la Universidad Técnica de Manabí del Cantón Chone en donde se llevó a cabo el análisis de la caracterización de la HEC (*Litopennaeus vannamei*). Para este fin, se obtuvieron 100 kg de exoesqueletos de camarón, las cuales fueron tratadas y lavadas con cloro (10 ppm) y NaCl, con la finalidad de preservar las muestras e inhibir un potencial crecimiento microbiano. Posteriormente al lavado y separación de basuras quedaron 90 kg de exoesqueleto los mismos que fueron usadas para la obtención de la harina.

El diseño empleado consistió en un Diseño de Bloques Completamente Aleatorizado trifactorial, donde el factor A presentó dos niveles: deshidratación por calor solar (directo al piso y sobre malla); así mismo, el factor B presentó dos niveles: número de volteos diarios (una y dos veces) y el factor C con 2 niveles de capa de apilamiento (1,5 y 3 cm); por este motivo se realizaron 8 combinaciones o tratamientos de extracción posibles.

Tabla 1

Descripción de los tratamientos a llevar a cabo en el presente estudio

Condiciones de deshidratación	# de volteos diarios	Grosor del apilamiento de los exoesqueletos (cm)
1	1	1,50
		3,00
	2	1,50
		3,00
2	1	1,50
		3,00
	2	1,50
		3,00

Cabe mencionar, que para llevar a cabo estas técnicas de secado fue necesario contar con datos de evapotranspiración; así mismo, se llevaron registros diarios del porcentaje de



humedad de los 8 tratamientos; para lo cual se tomaron 3 muestras de 60 g cada día, las mismas que se introdujeron en bolsas con cierre de presión (Ziploc®).

Una vez que el exoesqueleto de camarón se encontró completamente seco se procedió a su trituración empleando una licuadora con una velocidad de 3,500 rpm, el tamizado se efectuó hasta obtener un molido fino (300 µm). Para realizar el análisis proximal de la harina de exoesqueleto de camarón se realizaron con las metodologías establecidas por la norma técnica ecuatoriana vigente (NTE INEN) y en lo que respecta al extracto libre de nitrógeno (ELN) y energía se determinaron con el empleo de cálculos matemáticos, todos los valores aquí reportados son en función de la base seca. Así mismo, es menester destacar que todos los análisis fueron realizados por triplicado.

Acorde a lo estipulado en la NTE INEN- 464 1980-09; se tomaron entre 3 a 5 gramos de muestra de HEC a temperatura ambiente, luego la muestra fue dispuestas en una bandeja para posteriormente ser introducida en una la estufa a 105 °C para su desecación, esto se realizó por espacio de 16 horas hasta que el peso de la muestra sea constante; para poder realizar esto se empleó una balanza analítica, posteriormente se realizaron los cálculos respectivos.

$$\% \text{ Materia seca} = \frac{\text{Peso de muestra seca}}{\text{Peso muestra}} \times 100$$

El porcentaje de la ceniza se analizó por diferencia de peso entre la muestra inicial y la muestra incinerada en una mufla a 550 °C durante 6 horas, los pesos fueron medidos con una balanza analítica (ISO 5984:2002).

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{\text{Peso de muestra final}}{\text{Peso de muestra inicial}} \times 100$$

Para realizar el análisis de proteína se procedió a determinar el contenido de nitrógeno total (N) de la muestra mediante la técnica de destilación micro Kjeldhal (INEN 543 1980-12), luego para obtener el contenido de proteína bruta se multiplicado el porcentaje de nitrógeno por el factor de 6,25; como se detalla a continuación

$$\% N = \frac{(\text{ml de } H_2SO_4 \text{ muestra} - \text{ml de } H_2SO_4 \text{ blanco}) \times N \times 0,014007}{\text{Peso de muestra inicial}} \times 100$$

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ Nitrógeno} \times 6,25$$



En los lípidos totales, este análisis se realizó de acuerdo a lo estipulado en la NTE INEN 466 1980-11; mediante extracción con un agente mixto compuesto de cloroformo: acetona (2:1 v/v); de acuerdo a lo dispuesto por Folch et al. (1965) en su método modificado.

$$\% \text{ Lípidos} = \frac{\text{Peso de extracto lipídico}}{\text{Peso de muestra inicial}} \times 100$$

La fibra cruda se llevó a cabo mediante la digestión ácida y alcalina de la muestra de harina de cefalotórax de camarón con lo cual se obtuvo un residuo previo de fibra cruda y sales que con calcinación posterior se determina la fibra cruda total.

$$\% FC = \frac{\text{Peso muestra seca (105 °C)} - \text{Peso muestra calcinada (550 °C)}}{\text{Peso de muestra desgrasada} + \text{Peso del asbesto}} \times 100$$

Este parámetro se lo realizó en función de la diferencia en base seca entre el valor total de la muestra y la suma de las proteínas, lípidos, fibra y cenizas. Mientras que para la energía bruta, para el contenido calórico se tomó en consideración los valores para cada componente nutricional, siendo estos: proteínas (5,45 kcal), lípidos (9,45 kcal) y carbohidratos (3,75 kcal).

El análisis de perfil de aminoácidos de la proteína recuperada como subproducto durante el proceso de extracción de HEC, se realizó en el laboratorio de servicio integral LaboLab; donde se utilizó cromatografía líquida (HPLC) para la determinación de estos aminoácidos, de acuerdo con lo descrito por Vázquez *et al.*, (1995). Donde para preparar la muestra se tomó 1 g de la proteína recuperada previamente desgrasada y se la trató con 2 mL de ácido tricloroacético (TCA), luego se homogenizó en una centrifuga a 22000 rpm por 5 minutos. Los extractos fueron centrifugados y separados para su análisis.

La caracterización de los aminoácidos se lo realizó por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), utilizando un cromatógrafo con detector de fluorescencia provisto de una columna de 10 cm x 4.6 mm de diámetro interno (DI) C-18 de fase de reversa conectada a una pre-columna de 3 cm x 4.6 mm DI. En la digestibilidad in vitro se procedió acorde a lo establecido en la norma mexicana NMX-Y-085-SCFI-2006; donde se trataron las fracciones proteicas desgrasadas, con una solución al 0.2 % de pepsina pura (1:10000) disuelta en agua acidulada, luego, con una temperatura de 45 °C se realizó una digestión de las muestras, agitando constantemente durante 16 h; posteriormente a esto las muestras fueron filtradas y

desechadas para obtener un residuo sólido. A continuación, de acuerdo con Woyewoda *et al.*, (1986), se calculó el porcentaje de digestibilidad, con el empleo de la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Digestión de Proteína} = \frac{P1 - P2}{P1} \times 100$$

Se realizó un análisis microbiológico de la harina extraída a partir del cefalotórax de camarón, para lo cual se evaluaron los microorganismos considerados por la Agencia Nacional de °C, presencia de Salmonella, recuento de *Staphylococcus* coagulasa positivo y recuento de hongos-levaduras.

Tabla 2

Principales análisis microbiológicos para analizar la HEC

Microorganismo	Método de referencia
Coliformes termo tolerantes	NTE INEN 1 529-5 2006
Salmonella	NTE INEN 1 529-10:2013
<i>Staphylococcus sp</i> coagulasa positiva	INEN 1 529-6 1990-02
Hongos y levaduras	INEN 1 529-8 2016-09

Para la extracción se pesó 5 gramos de HEC, luego se agregó 25 ml de metanol (70%) y mezclar por espacio de 3 minutos, a continuación, filtrar el extracto usando un papel filtro. Posteriormente diluir 1 ml del extracto filtrado junto con 1 ml de agua destilada deionizada. Posterior a la extracción del filtrado, se procedió a colocar pocillos sobre la microplaca, para el estándar y las muestras, se etiqueto cada posición y se colocó 50 µl del estándar y de las muestras por separado, a continuación, agregar 50 µl de conjugado enzimático en el fondo de cada pocillo.

Luego, se procedió a añadir 50 µl de solución de anticuerpo anti-aflatoxina a cada espacio. Se mezcló la placa e incubar por un tiempo de 10 minutos a temperatura ambiente y a la sombra; tener cuidado de eliminar el líquido de los pocillos y voltear vigorosamente la microplaca sobre un papel absorbente. Luego con el empleo de una piseta, se llenó cada pocillo con buffer de lavado; teniendo la precaución de eliminar y remover el líquido excedente (este último paso repetirlos por dos veces). Agregar en cada pocillo 100 µl de sustrato/cromógeno, mantener en constante agitación e incubarlo a 36°C apartado de la luz. En ese orden de instrucciones, agregamos a cada pocillo 100 µl de solución stop, mezclando

de manera lenta y proceder a leer la absorbancia a 450 nm contra blanco de aire. Por último, se procedió a leer dentro de los 10 minutos. Posteriormente, se usó el RIDASCREEN®FAST Aflatoxin SC, para el cálculo de los resultados ingresando la absorbancia medida para el estándar 1 (0 ppb) y los valores de B/B0 de los estándares 2 – 7 (2,4,10,20,50,100 ppb) provistos con el certificado de QS del kit, en el RIDA®SOFT Win.

Resultados y Discusión

En lo que respecta al porcentaje de rendimiento de la HEC, mediante el análisis de las diversas interacciones de los factores en estudio, se pudo observar que el mejor rendimiento fue de 20,3%. El tratamiento que permitió obtener este rendimiento fue el que se realizó la deshidratación de los exoesqueletos de camarón sobre malla, el número de volteos diarios 2 y el grosor del apilamiento de los exoesqueletos de 1,5 cm; tal como se describe a continuación:

Tabla 3

Porcentaje de rendimiento de la HEC, bajo 2 condiciones de deshidratación, 2 volteos diarios y 2 capas de grosor de apilamiento de exoesqueletos de camarón

Condiciones de deshidratación	# de volteos diarios	Grosor del apilamiento de los exoesqueletos (cm)	Rendimiento (%)
1	1	1,50	13,70
1	1	3,00	14,30
1	2	1,50	15,10
1	2	3,00	15,40
2	1	1,50	17,50
2	1	3,00	18,70
2	2	1,50	20,30
2	2	3,00	18,90

El porcentaje de rendimiento de HEC obtenida en esta investigación fue mayor al reportado por (Chavarría, 1993) quien obtuvo un 15% de rendimiento de harina. Sin embargo, este resultado de rendimiento está por debajo de lo reportado por (Carranco, y otros, 2003); quienes reportan rendimientos de alrededor del 22,5%. En cualquiera de los casos el valor de rendimiento reportado en esta investigación está dentro de los rangos tanto mínimos como

máximos investigados para este tipo de harinas procedentes de este crustáceo muy consumido a nivel mundial.

Factor Coding: Actual

Rendimiento (%)

Design Points:

● Above Surface

○ Below Surface

13,7 20,3

Rendimiento (%) = 20,3

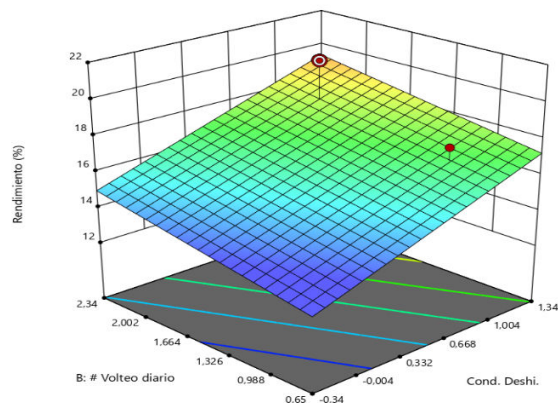
Std # 4 Run # 9

X1 = A = 1

X2 = B = 2

Actual Factor

C = 1,5



a

Factor Coding: Actual

Rendimiento (%)

Design Points:

● Above Surface

○ Below Surface

13,7 20,3

Rendimiento (%) = 20,3

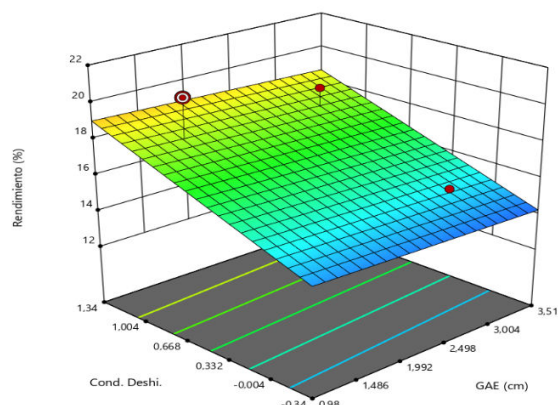
Std # 4 Run # 9

X1 = C = 1,5

X2 = A = 1

Actual Factor

B = 2



b

Ecuación de porcentaje de rendimiento

$$\% \text{ Rendimiento} = 14,91081 + 2,79a - 1,11b - 0,62c + 0,25a*b - 0,37a*c - 0,97b*c + 0,28a^2 + 1,48b^2 + 0,47c^2$$

a=Condiciones de deshidratación; b= Número de volteos; c= Grosor de apilamiento de los exoesqueletos

Superficie de respuesta para el rendimiento de la harina de cefalotórax de camarón., a) Factor actual condiciones de deshidratación.; b) Factor actual grosor de apilamiento de los exoesqueletos

Para el análisis proximal de la HEC, se escogieron los dos mejores rendimientos obtenidos a partir de cada una de las condiciones de deshidratación: directamente al suelo y sobre malla. Los resultados se detallan a continuación (Tabla 4).



Tabla 4

Análisis químico proximal de la HEC obtenida a partir de cada una de las condiciones de deshidratación, número de volteos y grosor del apilamiento de los exoesqueletos de camarón

Parámetros	Métodos de deshidratación	
	Directamente al suelo	Sobre malla
Humedad (%)	10,27±0,25	9,2±0,36
Materia seca (%)	89,73±0,25	90,8±0,36
Cenizas (%)	18,8±0,26	18,93±0,35
Proteína (%)	44,7±0,40	45,7±0,20
Lípidos (%)	10,5±0,40	11,7±0,20
Fibra (%)	6,47±0,35	7,37±0,21
ELN (%)	9,27±0,40	7,10±0,56
Energía (kcal kg ⁻¹)	4,96±0,03	4,96±0,04

La humedad de la HEC, obtuvo un valor de 10,27% y 9,20%, estos valores se contrastan con valores de porcentaje de humedad de harinas de exoesqueleto de camarón extraídas por (Meléndez, 2010) quién comparó el efecto de dos métodos de secado de cabezas de camarón en la calidad de la harina procedente de este crustáceo. Así mismo, los valores de humedad obtenidos en esta investigación se reportan por encima de lo reportado por Santos, (2020); quién obtiene una humedad promedio de 9,12%. De todas formas, la humedad final reportada en esta investigación se halla dentro de lo permisible por la norma técnica vigente NTE INEN 1829 (1992). El porcentaje promedio de ceniza hallada en el presente estudio fue de 18,8±0,26 y 18,93±0,35; estos valores son ligeramente inferiores al de 19,5% reportados por Meléndez, (2010) y muy por debajo del valor 27,48% hallado por Salas, Chacón & Zamora, (2015); esto se puede deber a las diversas latitudes del medio acuático en que estos organismos se desenvuelven. En lo que respecta a la proteína, este parámetro se ubica como el nutriente con mayor presencia, tanto para el método de secado en suelo como por el método de secado en malla, representando el 44,7% y 45,7% respectivamente. Estos valores se encuentran por encima de 33,75% reportado por Carranco y colaboradores (2011); otro estudio sobre análisis químico proximal de HEC, realizado por Fanimó y colaboradores (2000); reportan un 39,4% de proteína; esto es atribuible al hecho de que estos crustáceos pueden obtener más energía metabolizable a partir del catabolismo de las proteínas, tal como lo expone la FAO en (1989). En cuanto al porcentaje de lípidos presente en la HEC, tenemos

que se obtuvieron valores de 10,5% y 11,7% en cada uno de los métodos de desecación, tales valores tienen relación con estudios realizados por Mata, (2011). En otro estudio realizado por Tacón en (1989), el valor hallado para el parámetro lípidos en harina a partir de exoesqueleto de camarón fue de 2,60%, por lo cual los valores reportados en este estudio son ampliamente superiores a los anteriormente señalados.

Así mismo, el contenido de fibra en este estudio reportó valores de 6,47% y 7,37% con cada uno de los métodos de desecación propuestos en el presente estudio. Cabe destacar, que estos valores, se encuentran por debajo del rango de 10,3 a 24,7% reportado por Mata en (2011) para harinas realizadas a base de camarón. En ese mismo orden de cosas, es menester destacar que Salas, Chacón y Zamora en (2015), reportan valores de fibra cruda en harinas de cefalotórax de camarón en el orden de 7,12%; lo que hace que este valor se relacione con el de este estudio.

Los valores del ELN del presente estudio están entre 9,27 y 7,10% dependiendo del método de deshidratación del cefalotórax de camarón; estos valores se hallan relacionados con los reportados por Amador en (1995), donde determinó un valor de 7,8% de este parámetro, en harinas elaboradas a base de desechos de camarón. De la misma manera en otro estudio realizado por Espinoza, en (2008), donde obtuvo ELN en un rango entre 3,2 y 8,8%.

Los resultados de la calidad microbiológica de la HEC deshidratada directamente al suelo como sobre malla, muestran valores promedio aceptables por la legislación Brasileira en cuanto al grupo microbiano de coliformes termotolerantes, *Staphylococcus* coagulasa positiva y mohos-levaduras; no así para el grupo bacteriano constituido por *Salmonella*. Así mismo, cabe destacar que entre los dos tipos de secado probados en esta investigación, existen diferencias significativas ($p>0,05$) en la cantidad y presencia de los microorganismos, tal como lo señala la Tabla 5.

Los valores aquí determinados están por debajo de los límites tolerables por la legislación brasileira resolución RDC # 12 (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2001). En donde se determina que las coliformes a pesar de estar presentes en la HCC, en ningún caso están por encima del valor permisible. En lo que respecta al microorganismo *Staphylococcus* coagulasa positiva, tenemos también que su presencia nunca sobrepasó los valores límites de

calidad para este tipo de productos, lo que indica que la calidad microbiológica de la HEC está dentro de lo permisible.

Tabla 5

Análisis microbiológico de la HEC

Microorganismos	HCC		Legislación Brasileira
	Directamente al suelo	Sobre malla	
Coliformes termotolerantes UFC g ⁻¹	7 UFC g ^{-1b}	2 UFC g ^{-1a}	10 UFC g ⁻¹
<i>Staphylococcus</i> coagulasa positiva UFC g ⁻¹	8 UFC g ^{-1b}	3 UFC g ^{-1a}	5x10 ² UFC g ⁻¹
Salmonella 25g ⁻¹	Presencia 25g ⁻¹	Ausencia 25g ⁻¹	Ausencia 25g ⁻¹
Mohos y levaduras UFC g ⁻¹	11 UFC g ^{-1b}	7 UFC g ^{-1a}	10 ³ UFC g ⁻¹

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05)

No obstante, el microorganismo *Salmonella* para el caso del método de deshidratación directo al piso si manifestó su presencia, lo que indica que secar directamente al suelo los exoesqueletos de camarón no sería aconsejable para el proceso posterior de elaboración de HEC. Los mohos y levaduras se presentaron en una cantidad de 11 y 7 UFC g⁻¹ entre los métodos de deshidratación directo al piso y sobre malla respectivamente, en cualesquiera de los casos, el crecimiento de estos microorganismos nunca sobrepasó el valor establecido como límite en la norma brasileira.

En todo caso, los valores aquí detectados obedecen a que existe una baja humedad en la HEC y por lo tanto dicha humedad es suficiente para permitir el desarrollo mínimo de estos microorganismos. En líneas generales, es importante destacar que a pesar de la mínima presencia de microorganismos la HEC secada sobre malla cumple con los estándares de calidad e higiene que se necesitan para elaborar este producto. Así mismo, es menester destacar que estos valores se encuentran por debajo de los valores reportados por (Dos Santos, 2018).

El contenido de aminoácidos se encuentra influenciando el valor nutritivo de un alimento cada vez que este se relacione con el porcentaje de proteínas que se encuentran presentes en una materia prima. En la tabla 8, se puede apreciar el perfil de aminoácidos presentes, así como su valor que se hallaron presentes en la HEC. Los valores de los aminoácidos esenciales

fue de 41,3 mg g⁻¹ que corresponde a 49,64%; mientras que el valor de los aminoácidos no esenciales fue de 41,9 mg g⁻¹ que corresponde a 50,35%. Siendo el valor total del perfil de aminoácidos que contiene la HCC de 83,2 mg g⁻¹ de proteína empleada; este valor es inferior al reportado por Osuna y colaboradores en (2014), quienes determinaron un valor total de aminoácidos en hidrolizados proteicos de desechos de camarón de 87,04 mg g⁻¹.

Tabla 6

Perfil de aminoácidos y valores encontrados en la HEC (mg g⁻¹)

Aminoácidos esenciales	mg g ⁻¹	% participación	Aminoácidos no esenciales	mg g ⁻¹	% participación
Lisina (Lys)	3,9	4,69	Ac. Aspártico (Asp)	9,1	10,94
Histidina (His)	4,7	5,65	Ac. Glutámico (Glu)	3,4	4,08
Treonina (Thr)	7,3	8,77	Arginina (Arg)	4,4	5,29
Valina (Val)	7,4	8,89	Asparagina (Asn)	nd	nd
Leucina (Leu)	4,6	5,53	Glutamina (Gin)	5,1	6,13
Fenilalanina (Phe)	2,7	3,25	Serina (Ser)	6,7	8,05
Isoleucina (Ile)	3,2	3,85	Alanina (Ala)	2,5	3,0
Metionina (Met)	5,9	7,09	Glicina (Gly)	4	4,81
Triptófano (Trp)	1,6	1,92	Prolina (Pro)	nd	nd
			Tirosina (Tyr)	1,6	1,92
			Cisteína (Cys)	5,1	6,13
Σ AA esenciales	41,3	49,64	Σ AA no esenciales	41,9	50,35

En ese orden de cosas, podemos determinar que los tres aminoácidos que se presentaron en mayor cantidad de participación fueron ácido aspártico (10,94%), valina (8,89%) y treonina (8,77%); mientras que el aminoácido que se presentó en menor proporción y que hizo las veces de limitante fue la tirosina con 1,92%.

La digestibilidad in vitro de la HEC se obtuvo para los dos tratamientos de deshidratación de los cefalotórax de camarón la HEC; este valor es de 82,71% para la HEC a partir de los cefalotórax secados directamente al suelo y de 84,33% de los secados sobre malla, tal como se detalla a continuación:

Tabla 7

Análisis porcentual de la digestibilidad in vitro de aminoácidos y valores encontrados en la HEC.

Parámetro	HCC		Osuna., et al. 2014
	Directamente al suelo	Sobre malla	
Digestión de proteína (%)	82,71	84,33	83,76

Los porcentajes de digestibilidad reportados en la presente investigación no difieren significativamente entre los métodos de deshidratado, a pesar de que el deshidratado sobre malla es ligeramente superior se encuentran relacionados a los determinados por Osuna y colaboradores en (2014); quienes determinaron una digestibilidad in vitro de 83,76% en la harina de diversos desechos de la industria camaronera; lo que determina que los organismos que consumen esta harina se provean de una gran cantidad de proteína aumentando a su vez la digestibilidad.

Los valores de la cuantificación de aflatoxina total en las muestras de HEC, se detallaron en la tabla que se muestra en la tabla 10. El valor total de aflatoxinas en la HEC se encuentra en un rango entre 2,65 y 8,63 $\mu\text{g kg}^{-1}$; en cualesquiera de los casos este valor no sobrepasa el límite permisible determinados por la UE, la FDA y el MERCOSUR. Cabe mencionar que la mayor presencia de aflatoxinas se encuentra en los cefalotórax secados directamente al suelo, es por este motivo que se encuentra mayor presencia de este grupo de hongos que se encuentran en zonas agrícolas tropicales

Tabla 8

Concentración de aflatoxinas halladas en la HEC ($\mu\text{g kg}^{-1}$)

Micotoxina	HEC		Límite permitido UE, FDA, MERCOSUR
	Directamente al suelo	Sobre malla	
Aflatoxina $\mu\text{g.kg}^{-1}$ (ppb)	8,63 \pm 0,08	2,65 \pm 0,21	20

Así mismo, es menester indicar que a pesar de que el Instituto de Normalización del Ecuador no contiene en su normativa para harina de pescado para consumo animal una restricción



para aflatoxinas, es necesario, destacar que entes externos como los señalados anteriormente si lo tienen. Sin embargo, es necesario reconocer que a pesar de que las HEC analizadas presentan presencia de aflatoxinas, las concentraciones en ningún caso sobrepasan los límites permisibles.

Conclusión

La HEC secada directamente al piso presenta características bromatológicas con bajos valores porcentuales, aunque no deficientes. En lo que respecta al análisis microbiológico este mismo tratamiento presenta *Salmonella* grupo bacteriano que debería estar ausente. Mientras que el análisis de aminoácidos en la HEC presenta una buena presencia y cantidad de aminoácidos tanto esenciales como no esenciales, lo que hace que el producto sea aprovechado como alimento alternativo de especies de carácter productivo. El análisis toxicológico de aflatoxinas indica que existe presencia de hongos sobre todo del género de *Aspergillus*, pero en todo caso su concentración no sobrepasa los límites regulatorios establecidos por CE, FDA y MERCOSUR.

Referencias bibliográficas

- AMBIENTUM (2015). Desechos pesqueros para disminuir la contaminación ambiental. [En línea] Editorial Argentina Investiga. 2015 [Fecha de Recuperación: 13 Mayo 2016] Disponible en: <http://www.ambientum.com.ec/noticia/Desechos-pesquerospara-disminuir-la-contaminacion-ambiental/57586#.V4Z1WPnhDIV>
- Amador, R. (1995). Evaluación de la harina de desechos de camarón en dietas para cerdos en engorde. Tesis de grado de Ingeniero Agrícola de la Escuela Agrícola Panamericana. Tegucigalpa.
- Andrade, R.; Chávez, M.; Naar, V. (2007). Evaluation of the cooking and drying procedures to obtain crop shrimp (*penaeus sp*) heads flour. *DYNA*, 74(153), 181-186. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/975>
- Bautista, M. (2019). Diseño de protocolos para la estandarización de procesos bromatológicos con miras a la certificación del laboratorio de nutrición animal ante el Instituto Colombiano Agropecuario ICA.

Balcázar, B. (2019). Evaluación del desempeño de métodos microbiológicos normalizados utilizados en el análisis de alimentos para bacterias mesofílicas aerobias y bacterias coliformes totales de acuerdo con la Comisión de Control Analítico y Ampliación de Cobertura en varias matrices. Bachelor's thesis, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Bayona, A., Franco, A., & Pinzón, E. (2019). Determinantes de la probabilidad de exportación en la industria camaronera ecuatoriana (2007-2017). *X-pedientes Económicos*, 3(6), 23-42.

Binalshikh-Abubkr, T., Hanafiah, MM y Das, SK (2021). Composición química aproximada de bioflocs de desechos de camarón seco y tilapia producidos mediante dos métodos de secado. *Revista de Ciencias e Ingeniería del Mar*, 9 (2), 193. MDPI AG.

Brito, C.O., Ribeiro Junior, V., Del Vesco, A.P., Tavernari, F.de C., Calderano, A.A., Silva, C.M., Maciel, J.T.L. & Azevedo, M.S.P., 2020. Metabolizable energy and nutrient digestibility of shrimp waste meal obtained from extractive fishing for broilers. *Anim. Feed Sci. Technol.* 263, 114467. DOI 10.1016/j.anifeedsci.2020.114467

CNA. (2019). Crece demanda de camarón ecuatoriano. Cámara Nacional de Acuicultura. págs. 7-8.

Cahú, T. B., Santos, S. D., Mendes, A., Cordula, C. R., Chavante, S. F., Carvalho, L. B., et al. (2012). Recovery of protein, chitin, carotenoids and glycosaminoglycans from Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) processing waste. *Process Biochemistry*, 47, 570–577.

Carranco, M., Calvo, C., Arellano, L., Pérez, F., Ávila, E., & Fuente, B. (2003). Inclusión de la harina de cabezas de camarón *penaeus* sp. en raciones para gallinas ponedoras. efecto sobre la concentración de pigm. *Interciencia* 28 (6), 328-333.

Carranco, M.; Calvo, C.; Carrillo, D.; Ramírez, C.; Morales, B.; Sanginés, G.; Fuente, M.; Ávila, G.; & Pérez, R. (2011). Harina de crustáceos en raciones de gallinas ponedoras: efecto en las variables productivas y evaluación sensorial de huevos almacenados en diferentes condiciones. *Cuban J. Agr. Sci.* 45:171-175.

Carranco, E.; Calvo, C.; Arellano, L.; Pérez, F.; Ávila, E. & Fuente, B. (2003). Inclusión de la harina de cabezas de camarón *Penaeus* sp. en raciones para gallinas ponedoras. Efecto



sobre la concentración de pigmento rojo de yema y calidad de huevo. *Interciencia*.28 (6):328-333.

Carrillo, D.S., Carranco, J.M., Castillo, D.R.M., Castro, G.M.I., Ávila, G.E. & Pérez-Gil, R.F. 2005. Colesterol and n-3 and n-6 Fatty Acid Content in Eggs from Laying Hens Fed with Red Crac Meal (*Pleuroncodes planipes*). *Poult. Sci.* 84:167

Cayambe, S. (2016). Evaluación de la harina de cabezas de camarón y su efecto en la contratación de cuyes durante la etapa de crecimiento-engorde. Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Chacón, A.; Salas, C & Zamora, Laura. (2016). Harina de cefalotórax de camarón en raciones para gallinas ponedoras: efecto del huevo. *Agron. Mesoam.* 27 (1):81-93. DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/am.v26i2.19327>.

Chavarría, A. (1993). Efecto de la harina de cefalotórax de camarón sobre la pigmentación en la yema de huevo y contenido de colesterol en carne de pollo y huevos. San José, CRC: Trabajo de Tesis Lic., Universidad de Costa Rica

Cira, L.A., S. Huerta & K. Shirai. (2002). Fermentación láctica de cabezas de camarón (*Penaeus sp.*) en un reactor de fermentación sólida. *Rev. Mex. Ing. Quim.*, 1(1-2): 45-48.

Coral, D., Madroñero, D., & Ramírez, G. (2019). Estandarización del proceso obtención de quitosano del caparazón *Penaeus monodon*, *Penaeus vannamei* y *Litopenaeus stylirostris*. *Ingnosis Revista de Investigación Científica*, 5(2), 77-91.

Djellouli, M., Lopez-Caballero, M. E., Arancibia, M. Y., Karam, N., & Martínez-Alvarez, O. (2020). Antioxidant and antimicrobial enhancement by reaction of protein hydrolysates derived from shrimp by-products with glucosamine. *Waste and Biomass Valorization*, 11, 2491–2505.

Domínguez, Y. (2017). Elaboración de tostadas a base de residuos del camarón (Doctoral dissertation, Facultad en Ciencias de la Nutrición y Alimentos-Licenciatura en Gastronomía-UNICACH).

Emerenciano, M.; Gaxiola, G.; Cuzon, G. (2013). Biofloc Technology (BFT): una revisión para la aplicación de la acuicultura y la industria de alimentos para animales. En *Biomass*

Now — *Cultivo y utilización*; Darko, M., Ed.; InTech, Queen's University: Kingston, ON, Canadá, págs. 301–328.

Espinoza, L.; Vega, F.; Nolasco, H.; Carrillo, O & López, S. (2013). Perfil de aminoácidos del músculo de (*Macrobrachium tenellum*) y cómputo químico de proteínas usadas en su alimentación. *Bol. Inst. Pesca*, São Paulo, 39(4): 369 – 378.

Fanimó, A. (2000). *Calidad proteica de la harina de desperdicio de camarón. Tecnología de fuentes biológicas*, 72 (2), 185-188. doi: 10.1016 / s0960-8524 (99) 00108-x

Franco, Z., & Gabriel, I. (2017). Aprovechamiento de los subproductos pesqueros del camarón blanco (*Penaeus vannamei*) de la empresa Mardex SA Para la elaboración de un producto cárnico (tipo nugget). Bachelor's thesis, Ciencias de la Ingeniería e Industrias Facultad: Ingeniería de Alimentos.

FAO Fisheries and Aquaculture Department (1989). Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados: manual de capacitación. Food and Agriculture Organization. Documento de campo 4. <http://www.fao.org/3/AB492S/AB492S00.htm>

FAO Fisheries and Aquaculture Department (2018). Meeting the sustainable development goals. The state of world fisheries and aquaculture. <https://doi.org/10.1093/japr/3.1.101>

FitzGerald, RJ y O'Cuinn, G. (2006). *Desamarre enzimático de hidrolizados de proteínas alimentarias. Avances en biotecnología*, 24 (2), 234-237. doi: 10.1016 / j.biotechadv.2005.11.002

García, O. (2019). Estudio de fermentación ácido láctica de desechos de camarón para la obtención de Quitina y material proteico. Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Ingeniería.

García, C.; Scheuren, S.; & Zamorano, J. (2020). Explorando diferentes subproductos considerados como residuos por la industria pesquera en México//Exploring different by-products considered as residues by the fishery industry in México. *Biotecnia*, 22(2), 61-69.

Galarza, O.; & Vergara, I. (2016). Evaluación del efecto de alimento con carotenoides (astaxantina) en diferentes concentraciones, sobre la pigmentación de la carne de camarón blanco (*Penaeus vannamei*).



Gamboa, F.; & Alejandro, A. (2019). Identificación de nuevas tecnologías de empaques biodegradables en la industria de alimentos con mayor potencial de desarrollo en Colombia. Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América.

Gernat, A.G., 2001. The effect of using different levels of shrimp meal in laying hen diets. Poultry Sci. 80, 633-636. DOI 10.1093/ps/80.5.633

Gómez-Estaca, J., Aleman, A., Lopez-Caballero, M. E., Bacca, G. C., Montero, P., & Gómez-Guillen, M. C. (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, 342–349.

Gulzar, S., Raju, N., Chandragiri Nagarajarao, R., & Benjakul, S. (2020). *Oil and pigments from shrimp processing by-products: Extraction, composition, bioactivities and its application- A review. Trends in Food Science & Technology.* doi:10.1016/j.tifs.2020.04.005

Gutiérrez, J.; & Hilarión, O. (2016). Efecto de la adición de un neutralizante de amoníaco sobre los parámetros productivos de cerdos en etapa de levante.

Harnedy, PA y FitzGerald, RJ (2012). Péptidos bioactivos de los desechos de procesamiento marino y mariscos: una revisión. *Revista de alimentos funcionales* , 4 (1), 6-24.

Hossain, MI, FH Shikha and AD Sharma (2018). Waste management status of shrimp processing plants of south and south-west region of Bangladesh. Journal of Environmental Science and Natural Resources 11(1&2):73-81.
[URL:https://www.banglajol.info/index.php/JESNR/article/view/43374](https://www.banglajol.info/index.php/JESNR/article/view/43374)

Inga, I. (2019). Elaborar un plan de minimización de desechos peligrosos para el sector camaronero ubicado en el golfo de Guayaquil. Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial.

Kirkpinar F and Z Acikgoz (2018). Feeding. In: Animal Husbandry and Nutrition, Yucel, B. and Turgay Taşkin, T. Edited. Chapter 5. DOI: 10.5772/intechopen.78618.
[URL:https://www.intechopen.com/books/animal-husbandry-and-nutrition/feeding](https://www.intechopen.com/books/animal-husbandry-and-nutrition/feeding)

Liao, L., Qiu, C., Liu, T., Zhao, M., Ren, J., & Zhao, H. (2010). *Susceptibility of wheat gluten to enzymatic hydrolysis following deamidation with acetic acid and sensory characteristics*



of the resultant hydrolysates. *Journal of Cereal Science*, 52(3), 395–403. doi:10.1016/j.jcs.2010.07.001

Mahata, E. M. (2012). The effect of shrimp waste hydrolysate on broilers tibia weight, calcium and phosphorous content. *Pakistan Journal of Nutrition*, 11, 375–378.

Martín, V. (2019). Rediseño y evaluación de un equipo de radiación UV-C para alimentos de origen vegetal. Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Agrarias.

Martínez, R.; García, R.; Guerra, J.; & Gutiérrez, D. (2019). Utilización de harina de residuo de camarón (*Litopenaeus vannamei*) en novillas. *Pastos y Forrajes*, 42(1), 68-72.

Méndez, W. (2019). Adsorción de plomo en agua utilizando el exoesqueleto de camarón. Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil.

Merino, S. (2020). Plan de negocios para la exportación de nuggets de camarón de la empresa Promaoro S. A., hacia el mercado de Italia.

Meléndez, D. (2010). Evaluación del efecto de dos métodos de secado sobre la calidad de harina de cabeza de camarón de cultivo *Litopenaeus vannamei*. Tesis de Grado Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua. León

Montalván, M. (2019). Análisis del sector camaronero y su incidencia en los bosques de manglar en Ecuador. Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Económicas.

Mosquera, E. (2019). Análisis del acuerdo comercial entre Ecuador y la Unión Europea y su incidencia en las exportaciones de camarón ecuatoriano, período 2015-2017. Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Económicas.

Nair, S., Gagnon, J., Pelletier, C., Tchoukanova, N., Zhang, J., Ewart, H. S., et al. (2017). Shrimp oil extracted from the shrimp processing waste reduces the development of insulin resistance and metabolic phenotypes in diet-induced obese rats. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 42, 841–849.

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*.

Osuna, A.; Escobedo, A.; Méndez; E.; Vázquez, A.; & Martínez, H. (2014). Extraction, partial characterization and evaluation of in vitro digestibility of the protein associated with the exoskeleton of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Revista Bio Ciencias* 2(4): 293-301. <http://dx.doi.org/10.15741/revbio.02.04.07>

Paul, T., Halder, S. K., Das, A., Ghosh, K., Mandal, A., Payra, P., et al. (2015). Production of chitin and bioactive materials from Black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) shell waste by the treatment of bacterial protease cocktail. *3 Biotech*, 5, 483–493.

Pérez, I. (2017). Implementación de análisis Bromatológicos (Grasas totales, Cenizas, Humedad y Fibra cruda) en la empresa Alimentos Tenerife.

Pizarro, M.; & Bryan, J. (2019). Desarrollo, proyección técnica y económica a gran escala, de extracción de proteína hidrolizada de la cabeza de camarón (*Litopenaeus vannamei*), para la empresa Golfo Azul, Choluteca, Honduras.

Polo, N. (2019). Evaluación de la calidad, valor nutricional y aprovechamiento de harina de subproductos de camarón en peces y cerdos. Maestría Ciencias Agrarias.

Rahman, A. (2016). Nutritional studies on the utilization of shrimp by-products as a potential protein source for chicken feed. PhD thesis, Shinshu University, Japan.

Rosa, F. (2019). Gestión de calidad en el proceso de selección de productos marinos en las MYPE del sector industria rubro elaboración de productos y conservas marinas en el distrito de Tacna.

Rosero, J. (2019). Bioconversión de desechos de crustáceos mediante fermentación láctica y maloláctica para la obtención de quitosano. Bachelor's thesis, Quito: UCE.

Rojas, N.; Sornoza, B.; Endara, A.; & Álvarez, J. (2019). El Cloruro de Sodio (NaCl) y los efectos en la Alimentación. *RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento*, 3(1), 913-937.



Rodríguez, H. (2019). Enseñanza de los conceptos carbohidrato, proteína y lípido: una estrategia didáctica centrada en la química cotidiana y los trabajos prácticos de laboratorio.

Roustaian, P.; Salleh, M.; Bin, H.; Roos, S.; Haji, A. (2000). Amino acid composition of developing larval freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of World Aquaculture Society*, 31(1): 130-136

Sachindra, M.; Bhaskar, N.; & Mahendrakar, N. (2006). Recovery of carotenoids from shrimp waste in organic solvents. *Waste Management*, 26(10), 1092–1098.

Salas, C.; Chacón, A.; & Zamora, L. (2015). La harina de cefalotórax de camarón en raciones para gallinas ponedoras. *Agron. Mesoam.* 26(2):333-343.
<http://dx.doi.org/10.15517/am.v26i2.19327.1>

Salinas, E. (2019). Análisis de reducción de los precios de exportación del camarón ecuatoriano periodo 2013-2018. Doctoral dissertation.

Senphan, T., & Benjakul, S. (2012). Compositions and yield of lipids extracted from hepatopancreas of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) as affected by prior autolysis. *Food Chemistry*, 134, 829–835.

Senphan, T., Benjakul, S., & Kishimura, H. (2014). Characteristics and antioxidant activity of carotenoprotein from shells of Pacific white shrimp extracted using hepatopancrease proteases. *Food Bioscience*, 5, 54–63.

Sila, A., Ghilissi, Z., Kamoun, Z., Makni, M., Nasri, M., Bougatef, A., et al. (2015). Astaxanthin from shrimp by-products ameliorates nephropathy in diabetic rats. *European Journal of Nutrition*, 54, 301–307.

Sinthusamran, S., Benjakul, S., Kijroongrojana, K., Prodpran, T., & Kishimura, H. (2020). Protein hydrolysates from pacific white shrimp cephalothorax manufactured with different processes: Compositions, characteristics and antioxidative activity. *Waste and Biomass Valorization*, 11, 1657–1670.

Tacón, A. (1989). Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de capacitación. Programa cooperativo gubernamental. FAO. Brasil.
<http://www.fao.org/docrep/field/003/ab492s/AB492s00.htm>



Udenigwe, CC y Aluko, RE (2012). Péptidos bioactivos derivados de proteínas alimentarias: producción, procesamiento y posibles beneficios para la salud. *Revista de ciencia de los alimentos*, 77 (1), R11-R24.

Valenzuela, C. (2019). Obtención de extractos proteicos por el punto isoelectrico y composición de aminoácidos de dos variedades de *Chenopodium quinoa* Willd, CICA 17 Y CICA 18.

Vélez, M.; Sánchez, H. & Duran, C. (2014). Evaluación de la suplementación energética durante el crecimiento de novillas lecheras de reemplazo utilizando el modelo CNCPS. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.* 17 (1):143-154.

Wang, J.S., Wei, Z.Y., Lu, L., Bian, K., Zhao, M.M., (2009). Characteristics of enzymatic hydrolysis of thermal-treated wheat gluten. *Journal of Cereal Science* 50, 205e209.

Yeasmin, S., Islam, M., Nath, S. e Islam, S. (2021). Cualidades físicas y nutricionales de huevos y carnes alimentados con harina de cabeza de camarón para gallinas ponedoras. *Revista de Ciencia Animal de Bangladesh* , 50 (1), 12-21. <https://doi.org/10.3329/bjas.v50i1.55560>.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

Agradecemos a GeaResearch por su colaboración para que el presente trabajo llegue a su final.

